This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

LANE MEDICAL LIBRARY STANFORD
2 45 0172 0763

VORTRAEGE

AUS DEM

GESAMMTGEBIETE

DER

GENHEILKUNDE

FÜR

STUDIRENDE UND AERZTE.

VON

Dr LUDWIG MAUTHNER

K. K. UNIVERSITAETS-PROFESSOR IN WIEN.

VIERTES HEFT:

DIE FUNCTIONSPRÜFUNG DES AUGES.

PRÜFUNG DES FARBENSINNS.

WIESBADEN.

VERLAG VON J. F. BERGMANN.

1879.

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen bleibt vorbehalten.

QE
M46
1879

LANE

MEDICAL LIBRARY

THE BARKAN LIBRARY OF
OPHTHALMOLOGY AND OTOLOGY

Y46
1879

Farbensinn.

Ausser den Grundempfindungen von Weiss und Schwarz gibt es noch vier Grundempfindungen, jene des Roth, Grün, Gelb und Blau, und demgemäss ausser Weiss und Schwarz die vier Grundfarben: Roth, Grün, Gelb, Blau (Hering). Wenn wir eine Farbe als Grundfarbe bezeichnen, so muss das Postulat erfüllt werden, dass kein menschliches Auge in derselben zwei verschiedene Farben sieht, empfindet; und dieses Postulat wird nur von den genannten Farben erfüllt. Dagegen verdient eine Farbe den Namen der Grundfarbe nicht, wenn dieselbe zwar in einem individuellen Auge eine einheitliche Empfindung hervorruft, wenn aber ein anderes Auge zwei Grundfarben in ihr zu empfinden vermag. Wenn demnach Leber erklärt, „dass er sich gegen das Nebeneinanderbestehen verschiedener Empfindungen in einem Farbenton erklären müsse, dass für sein Gefühl die Farben eine continuirliche, in sich zurücklaufende Reihe bilden, dass beispielshalber Orange für sein Auge eine ebenso einheitliche und einfache Empfindung sei, als Roth oder Gelb", so muss dagegen bemerkt werden, dass für die überwiegende Mehrzahl der Augen diese Empfindungsweise nicht zutrifft, dass ich selbst und mit mir wohl die Meisten im Orange eine so ausgesprochene gleichzeitige Empfindung von Gelb und Roth haben, dass der Ausdruck Orange einfach durch Rothgelb ersetzt werden kann. Wenn andererseits Leber z. B. unter den partiellen Farbenblindheiten eine „Roth-Blaugrün"-Blindheit anführt, so ist nicht abzusehen, wie Leber dieses Blaugrün empfindet, und wie er es als Blaugrün benennen kann, wenn er, da das Nebeneinanderbestehen verschiedener Empfindungen in einem Farbenton von ihm geleugnet wird, das Blau und das Grün in diesem Blaugrün nicht sieht.

Die Grundempfindungen Roth, Grün, Gelb und Blau können sich in verschiedener Weise mischen, und zwar kann sich das Roth mit Gelb, sowie mit Blau, es kann sich ebenso Grün mit Gelb, sowie mit

Blau, es kann sich aber nicht die Empfindung von Roth mit jener des Grün mischen. Andererseits mischt sich (es ist dies blos eine Umschreibung des eben Gesagten) sowohl Gelb als Blau mit Roth, sowie mit Grün, aber die Empfindung des Gelb kann sich nicht mit jener des Blau mischen. Es kann eben so wenig Roth und Grün gleichzeitig empfunden werden, wie Gelb und Blau. Es gibt gewiss, wenn man überhaupt von Objectivität der Farben sprechen will, eine ebenso schöne rothgrüne und blaugelbe Farbe, als es eine rothgelbe und blaugrüne Farbe gibt — und es mag auch Geschöpfe geben, die solche rothgrüne und blaugelbe Farben unter allen Umständen zu empfinden vermögen — aber im menschlichen Hirn heben sich die gleichzeitigen Empfindungen von Roth und Grün, sowie jene des Blau und Gelb bei gleicher Intensität vollständig auf. Es war eine der schöpferischesten Ideen Hering's, dass er jene Farben, die man bisher als Complementärfarben bezeichnete, als Gegenfarben charakterisirte, so dass sich nach Hering die Empfindungen derselben nicht einfach mischen, nicht zur Weissempfindung mischen, sondern dass sie sich gegenseitig aufheben. Der Angabe Hering's, dass es ihm dennoch bei gewissen Nachbildversuchen öfters vorgekommen sei, als ob in einzelnen Phasen des Nachbildes wirklich zwei Gegenfarben zugleich gesehen würden, würde ich an dieser Stelle nicht erwähnen, wenn es mir nicht schiene, dass einzelne der sogenannten Farbenblinden in der That zu jenen Geschöpfen gehören, die auch in objectiv gefärbten Objecten zwei Gegenfarben wahrzunehmen vermögen.

Wenn wir von den Grundempfindungen Weiss und Schwarz zunächst absehen, so haben wir es demnach entweder mit der Empfindung einer Grundfarbe oder einer Mischfarbe zu thun, und da doch die Farben nur insofern für uns existiren, als wir sie empfinden, so müssen wir aus der Reihe der Mischfarben die Mischung der Gegenfarben Roth-Grün, sowie Blau-Gelb streichen, und es bleiben demnach folgende Farben übrig:

Roth, Rothgelb, Rothblau,
Grün, Grüngelb, Grünblau,
Gelb, Gelbroth, Gelbgrün,
Blau, Blauroth, Blaugrün.

Der Unterschied zwischen Rothgelb und Gelbroth liegt darin, dass man unter Rothgelb eine Mischung von Roth und Gelb mit

überwiegendem Roth, unter Gelbroth jedoch die Mischung derselben Grundfarben mit überwiegendem Gelb zu verstehen hat, und die Differenz, die für diese beiden Farbentöne Geltung hat, greift ebenso Platz für Rothblau und Blauroth, Grüngelb und Gelbgrün, Grünblau und Blaugrün.

Ich glaube nicht, dass man für die Qualität der Farben ganz allgemein den Ausdruck: „Farbenton“ gebrauchen solle. Ein „rother Farbenton“ z. B. würde dann ebenso die Grundfarbe Roth, wie die Mischfarben bezeichnen. Es ist vielmehr die Farbe zunächst zu charakterisiren als „Grundfarbe“ oder als „Ton einer Grundfarbe“. Ich sehe daher entweder „Roth“ oder einen „rothen Farbenton“, womit ich sage, dass ich die Grundfarbe Roth oder eine Mischfarbe des Roth sehe.

Weiss und Schwarz sind sicherlich ebenso Grundfarben, wie Roth und Grün, oder wie Gelb und Blau, aber sie sind, wiewohl sie unserer Empfindung als Gegenfarben imponiren, doch keine Gegenfarben in jenem Sinne, in welchem es die beiden anderen Farbenpaare sind, denn sie lassen sich mischen. Wenn wir ihnen wirklich die Bezeichnung der „Gegenfarben“ lassen, dann müsste man sie — freilich mit einer Contradictio in adjecto — „mischbare Gegenfarben“ nennen. Sie geben gemischt Grau. Wenn eine Mischung gleicher Mengen von Weiss und Schwarz als mittleres Grau bezeichnet wird, so wird durch Zumischung von Schwarz zu diesem mittleren Grau ein immer dunkleres Schwarzgrau und durch Zumischung von Weiss ein immer helleres Weissgrau zu Stande kommen, bis endlich Schwarz und Weiss an den Enden der Reihe stehen.

Jede Abstufung, jedes Glied dieser schwarzweissen Reihe kann nun wieder mit den Grundfarben, sowie mit den Farbentönen des Roth, Grün, Gelb und Blau gemischt werden. Eine Farbe oder ein Farbenton, welchem kein Glied der schwarzweissen Reihe beigemischt ist, befindet sich im Zustande der vollkommensten „Sättigung“ oder „Reinheit“. Indem aber jede Farbe und jeder Farbenton der rothgrünen und der blaugelben Reihe mit jeder Abstufung der schwarzweissen Reihe gemischt werden kann, entsteht für jede Grundfarbe, sowie für alle Töne jeder Grundfarbe eine ununterbrochene Reihe von Schattirungen oder Nuancen (Hering). Die dunkelste Nuance jeder Farbe oder jedes Farbentons der genannten Reihen geht in Schwarz, die hellste in Weiss über.

An jeder Farbe, die nicht der schwarzweissen Reihe angehört,

57659

die also nicht Schwarz, Weiss oder Grau ist, ist demnach zu unterscheiden die Qualität und die Sättigung. Die Qualität ist gegeben durch die Grundfarbe oder den Farbenton, den Grad der Sättigung bestimmt die Nuance, d. h. er ist abhängig von der grösseren oder geringeren Beimischung von Abstufungen der schwarzweissen Reihe.

Wie soll man übrigens die Abstufungen der schwarzweissen Reihe selbst nennen? Da wir die Mischung zweier Grundfarben als „Farbentöne" bezeichnen, so kann man die Abstufungen der schwarzweissen Reihe „graue Farbentöne" heissen. Da aber andererseits durch Beimischung von Schwarz und Weiss zu den Gliedern der rothgrünen und gelbblauen Reihen die „Nuancen" der Grundfarben und Farbentöne zu Stande kommen, so kann man auch von „Nuancen des Grau" sprechen.

Alle Farben, die vermöge der Construction unserer Augen und unseres Hirns für uns existiren können, sind demnach folgende:

1) Die Grundfarben Weiss und Schwarz mit allen Tönen oder Nuancen des Grau.

2) Die Grundfarben Roth und Grün mit allen Tönen des Roth (Rothgelb und Rothblau) und allen Tönen des Grün (Grüngelb und Grünblau), sowie alle Nuancen der Grundfarben Roth und Grün, und ihrer Farbentöne.

3) Die Grundfarben Gelb und Blau, mit allen Tönen des Gelb (Gelbroth und Gelbgrün) und allen Tönen des Blau (Blauroth und Blaugrün), sowie alle Nuancen der Grundfarben Gelb und Blau und alle Nuancen ihrer Farbentöne.

Diese Darstellung der Farbenlehre nach Hering's Grundsätzen erfordert noch einen kleinen Nachtrag. Eine Theorie der Farbenempfindung werde nicht entwickelt, aber es muss die Frage beantwortet werden, wie so es kommt, dass wenn Grün und Roth, sowie Gelb und Blau Gegenfarben sind, die sich vernichten, durch gleichzeitige Einwirkung von Grün und Roth, sowie von Gelb und Blau nicht Empfindungslosigkeit, sondern eine weissliche Lichtempfindung entsteht. Es rührt dies nach Hering daher, weil alles κατ' ἐξοχήν farbige Licht immer auch gleichzeitig die Weissempfindung hervorruft. Daraus folgt erstens, dass es keine gesättigte Farbe gibt, und zweitens, dass wenn Roth und Grün, oder Gelb und Blau gleichzeitig das Nervensystem erregen, die Roth- und Grünempfindung, ebenso

wie die Gelb- und Blauempfindung sich gegenseitig vernichten, dass aber, da sowohl Roth als Grün auf der einen, Gelb und Blau auf der anderen Seite die Empfindung des Weiss nebenher hervorrufen, sie sich in diesen Componenten nicht aufheben, sondern unterstützen. Statt der Empfindung einer nicht gesättigten Rothgrünen und Blaugelben Farbe haben wir daher nur eine weissliche Lichtempfindung.

Ein farbentüchtiges Auge wird begreiflicherweise nicht schwanken, wenn man ihm eine der vier Grundfarben vorhält. Aber um all' die verschiedensten Farbentöne und Farbennuancen zu unterscheiden und sie halbwegs richtig zu benennen, dazu bedarf es grosser Uebung und des Unterrichts. Um den Farbensinn schon bei den Kindern methodisch zu üben, hat Magnus jüngst (1879) eine Farbentafel zur methodischen Erziehung des Farbensinns, der noch 72 Farbenkärtchen beigelegt sind (in Kern's Verlag, Breslau, 6 Mark) erscheinen lassen. Die Kinder werden da über verschiedene Nuancen von Rosa (Purpur), Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Violett, Braun und Grau belehrt.

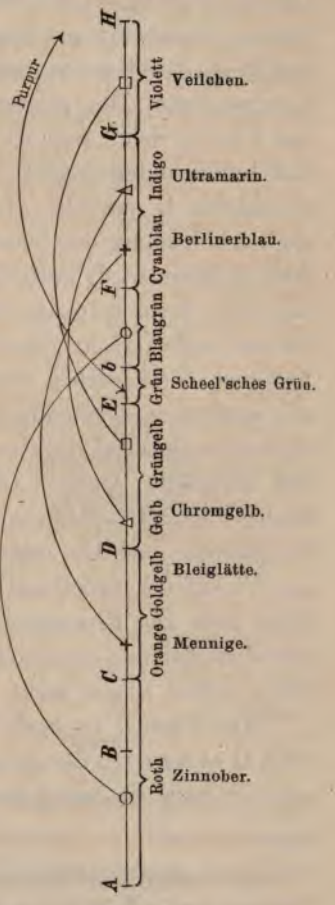
Im gewerblichen Verkehr haben viele Farbentöne und Farbennuancen bestimmte Namen; ja ein Fabrikant unterscheidet z. B. eine Anzahl von blauen Farbentönen, sowie blauen Farbennuancen, in denen der Laie kaum einen Unterschied sieht, nicht blos als gewaltig von einander abstehend, sondern weiss auch jede derselben mit einem besonderen Namen zu benennen. Die Kenntniss gewisser Farbennuancen und Farbentöne ist wichtig. So ist es wichtig zu wissen, dass Fleischfarbe eine sehr weissliche Nuance der Grundfarbe Roth, dass dagegen Rosa eine weissliche Nuance eines rothblauen Farbentons ist. Mischt man nämlich zu Roth Blau, so erhält man zunächst Carminroth, mischt man mehr Blau dazu, so entsteht Purpur und eine stark weissliche Nuance dieses Purpur ist Rosa. Mischt sich dagegen dem Blau Roth zu (oder was dasselbe ist, mischt sich zum Purpur noch mehr Blau), so entsteht die Empfindung des Violett. Die rothblauen Farbentöne sind Carmin und Purpur; die blaurothen hingegen Violett, dessen weissliche Nuancen man gewöhnlich Lila nennt, wiewohl ich als Lila auch sehr dunkle Nuancen des Violett bezeichnet finde. Die dunklen Nuancen von Roth, Gelb und Grün heissen Braun; dabei nennt man das dunkle Roth Rothbraun, das dunkle Gelb schlechtweg Braun und das dunkle Grün gewöhnlich Olivengrün.

Um sich über Farbentöne und Farbennuancen vollständig zu ver-

ständigen, wird aber schliesslich nichts anderes übrig bleiben, als eine grosse Reihe von Farbentönen und Farbennuancen auf Farbentafeln herzustellen und durch Ziffern und Buchstaben Farbenton und Farbennuance, um die es sich handelt, zu bezeichnen. Das wird sicherer sein, als wenn man durch Ausdrücke wie Ultragelb, Hochgelb, Gelb, Citron; oder Wiesengrün, Grün, Smaragdgrün, Spanngrün, Grüner Ultramarin u. s. w. sich zu verständigen sucht. Eine solche Farbentafel, die internationale Farbentafel Radde's, ist in der That von der Société sténochromique in Paris (Verlag Otto Radde, Hamburg, 6 Mark) hergestellt worden. Die Taschenausgabe dieser Tafel ist in einem handlichen Futteral von 25 Cm. Länge und 3½ Cm. Höhe und Breite eingeschlossen. Sie enthält 42 Streifen. Die ersten 30 Streifen enthalten je eine Grundfarbe oder einen Farbenton und auf jedem Streifen finden sich 21 Nuancen der entsprechenden Farbe, beginnend mit Schwarz und mit Weiss endigend; jede Farbennuance ist dargestellt durch ein Rechteck von circa 2 Cm. Basis und 1 Cm. Höhe. Reihe 1 ist Roth (Zinnober); dann folgen (2 und 3) durch Beimischung von Gelb 2 Farbentöne als Uebergang zu Orange (4), durch Zunahme des Gelb zwei Uebergänge (5 und 6) vom Orange zum Gelb (7); folgen 5 Gelbgrün (Gelbgrün und Grüngelb, 8—12); dann kommt als Repräsentant des reinen Grün: Grasgrün (13); 5 Blaugrün und Grünblau (14—18) schliessen sich an. Hierauf erscheint Blau (19) und nun reihen sich in sehr schönen Stufen durch eine immer stärkere Beimischung von Roth die blaurothen und rothblauen Farbentöne an: als zwei Uebergänge zu Violett (20, 21), Violet (22), zwei Uebergänge zu Purpur (23, 24), Purpur (25), zwei Uebergänge zu Carmin (26, 27), Carmin (28) und endlich zwei Uebergänge zu Zinnober (29 und 30). Damit ist die Reihe der Farbentöne geschlossen, indem Reihe 30 wieder in Reihe 1 (Zinnober) übergeht.

Columne 31 enthält die schwarzweisse Farbenreihe, überschrieben als Neutralgrau. Man wird fragen, was denn noch die Streifen 32 bis 42 enthalten können. Es sind ja doch die Farbentöne mit ihren Nuancen im Kreise geschlossen. Diese Streifen führen die Namen Zinnobergrau, Braun, Orangegrau, Gelbgrau, Gelbgrüngrau, Grüngrau, Blaugrüngrau, Blaugrau, Violettgrau, Purpurgrau und Carmingrau, und haben jede wieder 21 Abstufungen. Es sind dies offenbar nur Nuancen der Nuancen. Denn während jede der ersten 30 Columnen in der Mitte den gesättigtesten Farbenton, Columne 31 daselbst das mittlere Grau zeigt, findet sich auf den letzten 11 Farben-

reihen in der Mitte eine bestimmte Farbennuance, d. h. eine Mischung von mittlerem Grau mit einem Farbenton, dem nach oben immer mehr schwarz, nach unten immer mehr weiss zugemischt wird. 882 verschiedene Töne und Nuancen enthält die Tafel. Ein Index gibt uns eine Zusammenstellung der 42 Columnen, es finden sich da die gesättigten Farbentöne der 30 ersten Reihen; das mittlere Grau und die Mischungen der Farbentöne mit mittlerem Grau. Der Vorwurf, dass man die Tafel zur Farbenprüfung nicht verwenden könne, weil sich über jeder Columne die Ueberschrift befindet, ist nicht sehr schwerwiegend, da man diese Ueberschriften — mit Papier überkleben kann, und zwar um so gefahrloser, als ein den Index erklärender Streifen eine genaue Reproduction dieser Ueberschriften enthält. Sowie man einerseits jede einzelne Columne vorlegen kann, so wird es auch durch ein beigegebenes Lineal mit rechteckigen Ausschnitten ermöglicht, in jeder Columne einzelne Farbennuancen isolirt zur Ansicht zu bringen. Findet sich einmal diese oder eine noch vollkommenere Farbentafel in den Händen Aller, dann wird es sehr leicht sein, sich über Farbentöne und Farbennuancen zu verständigen. 15, p der Tafel Radde's ist eine bestimmte weissliche Nuance des Grünblau; 28, n eine bestimmte Nuance des Carmin. Die Farbensprache wird dann durch Ziffern und Buchstaben geführt werden.



Figur 7.

Wenn man Störungen des Farbensinns prüfen will, muss man zunächst wissen, was ein farbentüchtiges Auge bei den verschiedenen Prüfungsmethoden leistet.

Ein durch einen verticalen Spalt in Form eines horizontalen Bandes entworfenes Sonnenspectrum zeigt (Fig. 7) eine Reihe von

verticalen dunkeln Linien, die Frauenhofer'schen Linien, von denen die auffallendsten durch die grossen lateinischen Buchstaben A, B, C, D, E, F, G, H und durch ein kleines b (zwischen E und F gelegen) bezeichnet sind. Das Auge, das im Sonnenspectrum die Farben des Regenbogens sieht, kann sich nach diesen Linien orientiren. Nach Helmholtz reicht das Roth von A bis C; zwischen C und D folgt Orange (Rothgelb) und Goldgelb (Gelbroth); zwischen D und E zunächst ein Streifen von reinem Gelb, dann Grüngelb; zwischen E und b reines Grün, das zwischen b und F breites Blaugrün geworden ist; von F bis G dehnt sich das Blau, welches Helmholtz in Cyanblau und Indigo unterscheidet, bis dieses bei G in Violett übergeht, das als solches H erreicht. Jenseits H folgt das Ultraviolett, welches nach Abblendung des leuchtenden Sonnenspectrums als ein Bläulichgrau sichtbar wird; diesseits A gibt es noch etwas Roth, das sichtbar wird, wenn man das einfallende Licht durch eine Fuchsinlösung, die nur rothes Licht durchlässt, hindurchgehen lässt. Helmholtz hat auch den Eindruck der Spectralfarben mit jenem verglichen, den wir empfangen, wenn wir gewisse farbige Pigmente anschauen. Demnach wäre Spectral-Roth = Zinnober; Orange und Goldgelb: Mennige und Bleiglätte; Gelb = Chromgelb; Grün: Scheel'sches Grün; die beiden Blau: Cyanblau und Indigo hätten ihre Repräsentanten im Berlinerblau und Ultramarin, während die Farbe der Veilchen uns das Violett des Spectrums veranschaulicht. Statt des Sonnenlichtes kann man zur Erzeugung des Spectrums eine Flamme, Gas- oder Petroleumflamme verwenden. Diese Spectra zeigen die Frauenhofer'schen Linien nicht.

Aus Figur 7 ist auch ersichtlich, welche Farben des Spectrums nach Helmholtz Complementärfärben sind. Der erste Bogen (jederseits in einen kleinen Kreis endigend) bezeichnet als complementär:

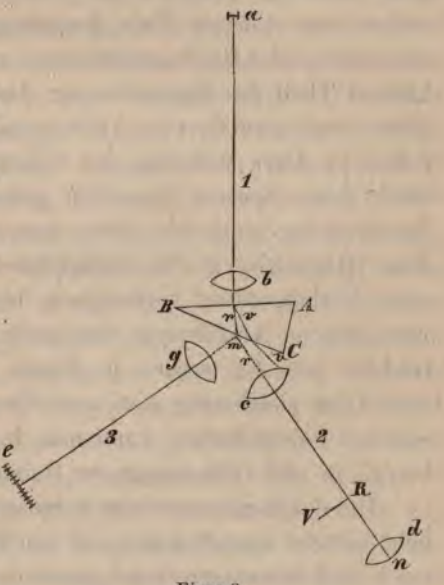
	Roth und Blaugrün . . .	1,
der zweite (mit Kreuzen) . .	Orange und Cyanblau . .	2,
der dritte (mit Dreiecken) . .	Gelb und Indigo	3,
der vierte (mit Quadraten) . .	Grüngelb und Violett . .	4,
der fünfte (mit Pfeilen) . . .	Grün und Purpur	5.

Die Complementärfarbe des Grün, das Purpur, findet sich nicht im Spectrum; Purpur ist ein rötherer Ton des Blau, als das Violett.

Nach Hering fassen wir die Complementärfarben als Gegenfarben auf. Nun hat nach Hering jede einfache Farbe nur eine,

jede Mischfarbe aber zwei Gegenfarben. Die Helmholtz'sche Complementär-(Gegen-)Reihe ist daher verständlich für die Reihen 3 und 4, denn Gelb und Indigo sind einfache Farben, und dass Violett die Gegenfarbe von Grüngelb ist, wird daraus erklärlich, weil Violett Roth (als Gegenfarbe des Grün) und Blau (als Gegenfarbe des Gelb) enthält. Wenn aber die Reihen 1, 2 und 5 Gegenreihen sind, dann muss im Roth (dessen Gegenfarbe Blaugrün) noch Gelb, im Cyanblau (Gegenfarbe Orange = Rothgelb) noch Grün und im Grün (Gegenfarbe Purpur = Rothblau) noch Gelb enthalten sein. Das wird auch so sein.

Zur Untersuchung mit Spectralfarben kann man eines Spectralapparates kaum entrathen. Das Eine Rohr (1, Fig. 8) des Apparates enthält an einem Ende eine Metallplatte mit dem verticalen Spalt a, der das Licht einlässt, am anderen Ende eine Convexlinse b, in deren Brennpunkt der Spalt sich findet, so dass die von jedem Punkte des Spaltes ausgehenden Strahlen nach ihrem Durchtritte durch die Linse parallel sind und nunmehr auf ein Flintglasprisma ABC fallen, das sie zur Basis AC des Prismas ablenkt und gleichzeitig in ihre farbigen Bestandtheile zerlegt. Die am schwächsten abgelenkten Strahlen sind die rothen rr, die stärkstbrechbaren die violetten vv. Das so erzeugte Spectrum wird durch das zweite Rohr (2) des Apparates, ein astronomisches Fernrohr, angesehen, d. h. die auf das Fernrohrobjectiv fallenden Strahlen werden durch dasselbe zu einem im Rohre liegenden objectiven umgekehrten Bilde VR vereinigt, das durch das vergrössernde Fernrohr-Ocular d nunmehr betrachtet wird. Um sich über bestimmte Partien des Spectrums zu verständigen, ist es nothwendig, dass eine getheilte Scala über dasselbe läuft. Dazu dient das dritte Rohr (3) des Spectralapparates, dessen vom Prisma abgekehrtes Ende durch eine, jene horizontale Scala e mit sehr feiner



Figur 8.

LANE

MEDICAL LIBRARY

THE BARKAN LIBRARY OF
OPHTHALMOLOGY AND OTOLOGY

überhaupt keinen Lichteindruck hervorrufen. Die Sichtbarmachung der verschiedenen Linien ist übrigens verschieden schwer und verschieden kostspielig. Die gelbe Natriumlinie ist eigentlich immer da, weil Kochsalz in der Natur ungemein verbreitet ist, also auch im Zimmerstaub sich findet; auch ist es nicht besonders kostspielig, in dem Oehr des Platindrahtes, in das man die zu verbrennenden Substanzen bringt, etwas Kochsalz aufzufassen. Die Lithium- und Thalliumlinie kommt schon theurer zu stehen, doch sind diese Linien mit den käuflichen Präparaten sehr schön herzustellen. Am theuersten ist das Indium und die Linie verschwindet rasch bei den meisten Indiumpräparaten. Sie ist aber so prägnant, dass auch die kurze Dauer ihrer Erscheinung zu ihrem Erkennen genügt. Prof. Cohn macht aufmerksam, dass man ein empfehlenswerthes Indium aus der chemischen Fabrik von Schering in Berlin (½ Grm. Chlorindium für 12 Mark) beziehen könne.

Wem ein Spectralapparat nicht zur Verfügung steht, dem leistet der Index der Tafel Radde's die ausgezeichnetsten Dienste. Der Index enthält von 1 bis 22 die Spectralfarben von Roth bis Violett, dazu aber noch, was für Farbenprüfungen sehr erwünscht ist, von 23 bis 30 die Purpurtöne bis zum Uebergang in Roth.

Will man sich objectiv überzeugen, wie Jemand die Farben des Spectrums oder des Radde'schen Index sieht, so kann man dieselben durch farbige Papiere, farbige Wollen, farbige Pulver feststellen lassen.

Die Spectraluntersuchung lehrt, welche Farbenempfindungen die Strahlen verschiedener Brechbarkeit in dem Auge des zu Prüfenden hervorrufen. Durch Versuche mit dem sogenannten Simultancontrast sind wir im Stande, die Kenntnisse über die Farbenempfindungen wesentlich zu erweitern. Denn so wie wir im Spectrum und in den Spectrallinien der Metalle einerseits die Grundfarben, andererseits die Reihe der Farbentöne (mit Ausnahme der purpurigen) kennen lernen, so sind andererseits die Versuche mit Simultancontrast geeignet, zu zeigen, welche Grundfarben oder Farbentöne antagonistisch sind, welche sich also bei gleichzeitiger Einwirkung auf die Netzhaut aufheben.

Der einfachste, schönste, überraschendste Versuch, der für die Diagnose der sogenannten Farbenblindheit auch von hoher Bedeu-

tung ist, ist der Seidenpapierversuch von H. Meyer (1855). Man bedient sich dazu des Heidelberger Farbenbuches (Julius Wettstein's Nachfolger, Heidelberg, 2 Mark). Dieses Büchlein, im bequemen Taschenformat, enthält eine Reihe (28) farbiger Blätter, zwischen je zweien ein Blättchen Seidenpapier (Florpapier). Die farbigen Blätter sind für Farbenprüfungen insofern gut verwendbar, als sie mit Ausnahme von dreien (1 Goldbraun, 2 Dunkelblau) nicht glänzen, die ganze Auswahl und Reihenfolge der Farben ist jedoch keine sehr glückliche. Es finden sich aber einzelne Blätter darunter, mit deren Hilfe der Seidenpapiercontrast in ausgezeichneter Weise hervorzurufen ist. Es wird erzeugt mit Hilfe eines Ringes aus grauem Pappendeckel. Zwei solcher Ringe, 5 Mm. breit (der Durchmesser des äusseren Kreises beträgt bei dem einen 58, bei dem anderen 48 Mm.), sind dem Büchlein beigegeben. Man schlage Blatt 2 des Buches auf, es ist dies ein lichtes Purpur (Rosa). Man lege einen der grauen Ringe oder auch beide (sie passen genau ineinander) auf das farbige Blatt. Ich sehe hierbei (wiewohl auch schon da für manche Augen die Contrastwirkung hervortritt) keine Aenderung an der Farbe des Ringes. Nun aber bedecke man das Rosapapier, auf dem der Ring liegt, mit dem Blatt Florpapier, das vor jedem farbigen Blatt eingeschaltet ist — und sofort erscheint auf dem schwach rosa durchschimmernden Grunde die Farbe des grauen Ringes in ein prächtiges Dunkelgrün geändert. Bei Blatt 1 (gleichfalls Rosa) ist die Contrastfarbe auch dunkelgrün, doch nicht so schön; bei Blatt 3 und 4, Violett und Purpur: Grüngelb und Lichtgrün. Im Dunkelpurpur als Contrastfarbe erscheint dagegen der Ring, wenn man ein Lichtgrün (Blatt 19, es ist gut die farbigen Blätter auf dem sie deckenden Florpapier zu numeriren) zum Versuche verwendet. Die relativ reinste Gelbe Contrastfarbe erhält man, wenn man das Blau von Blatt 8 zu Grunde legt; dagegen eine Dunkelblaue Gegenfarbe, wenn man das gelbe Blatt 20 benutzt. Bei Prüfung der übrigen Blätter des Farbenbuches sind schöne Contrastfarben nicht hervorzurufen, doch genügen die Contraste auf Grün, Blau, Gelb, Violett, Rosa, Purpur, die sich als Purpur, Gelb, Blau, Grüngelb, Dunkelgrün, Lichtgrün darstellen, um sich von der Farbentüchtigkeit oder -Untüchtigkeit des Auges zu überzeugen.

Ein zweiter Versuch, weniger einfach, wenngleich auch prächtig, ist der Spiegelcontrastversuch, am besten nach der Angabe des

Italieners Ragona Scina (1847) anzustellen. Man nimmt einen Bogen weissen Briefpapiers (Octavformat), breitet denselben auseinander und klebt ihn, damit er Halt gewinne, auf einen dünnen Pappendeckel, den man dann in der Richtung des Buges des Papierbogens wieder zusammenbricht, so dass die beiden Blätter (Fig. 9) CA und CB in einen rechten Winkel gegen einander gestellt werden können. Sowohl auf Blatt CA, als auf Blatt CB klebt man ein quadratisches Stück schwarzen matten Papiers, oder besser schwarzen Sammets (Cohn). Die Quadrate, deren Seite 20 Mm. beträgt, stehen vom Buge C ungleich weit ab, und zwar a 20, b 50 Mm. Halte ich jetzt, am Fenster stehend, ein rechteckiges Stück rothen Glases CD so zwischen die beiden Blätter, dass CD den rechten Winkel BCA halbirt und blicke ich von oben her in der Richtung EF auf das rothe Glas, so sehe ich auf dem roth beleuchteten Theile des Blattes CA zwei Quadrate nebeneinander, von welchen, indem mein Blick sich bald auf a, bald auf b′ richtet, das Quadrat b′ in einer intensiv rothen Farbe, das Quadrat a dagegen dunkelbläulichgrün erscheint. In mein bei E befindliches Auge fällt rothes Licht vom rothbeleuchteten Blatt CA und andererseits weisses Licht, das vom Blatt CB an der Vorderfläche des Glases CD in der Richtung FE zurückgeworfen wird. Nur von dem schwarzen Quadrat b wird kein weisses Licht reflectirt; jene Stelle der Netzhaut, auf welcher das Bild des Quadrats b liegt, wird daher nur von rothem Lichte getroffen und es entsteht daher an dieser Stelle ein intensiverer Farbeneindruck, die Farbe ist gesättigter, als an den übrigen Stellen der Netzhaut. Wir sehen die Objecte immer in der letzten Richtung des einfallenden Lichts. Daher wird das Bild des Quadrats b in der Verlängerung von EF bei b′ und wie eben erwähnt, in intensiv rother Farbe auf röthlichem Grunde erscheinen. Von dem schwarzen Quadrat a geht kein rothes Licht aus, daher fällt, wenn ich in der Richtung von E a nach a blicke in mein Auge nur das weisse Licht, das von o nach G geworfen und von G nach E′ reflectirt wird. Man sollte also, wie es gewöhnlich heisst, das Quadrat a weiss sehen, richtiger grau, da das Schwarz von a sich mit dem Weiss von o mischt; man sieht es aber weder schwarz, noch grau, sondern bei richtiger An-

Figur 9.

stellung des Versuches in der Gegenfarbe jenes Roth, mit welchem das Glas gefärbt ist Bewegt man das Blatt BC ein wenig hin und her, so verschiebt sich das Spiegelbild von b, also das in der Farbe des Grundes gefärbte Quadrat b′, während das antagonistisch gefärbte a unbeweglich bleibt.

Mit den farbigen Gläsern, die mir zu Gebote stehen (die Farben sind bestimmt nach der durch die Gläser bewirkten Färbung des Tageslichts) sehe ich

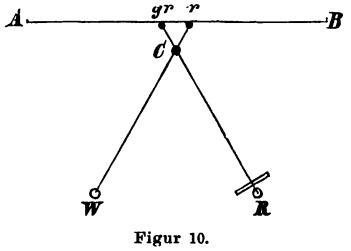
bei Glasfarbe:	das „Grund"-Quadrat b′:	das „Contrast"-Quadrat a:
1) Rosa	Rosa	Grün
2) Roth	Roth	(Grünblau) Bläulichgrün
3) Grün	Grün	Dunkelpurpur
4) Blau	Blau	Hellbraungelb
5) Gelb	Gelb	Dunkelblau.

Um, da das Bläuliche im Bläulichgrün bei Probe 2 leicht übersehen wird, den Unterschied zwischen der Contrastfarbe von 1 und 2 deutlich kenntlich, und ebenso, um das vom Schwarz kaum unterscheidbare Blau bei 5 deutlich hervortretend zu machen, empfehle ich Folgendes. Das farbige Glas (CD) hat nur eine Breite von circa 2 Cm. Auf dem horizontal liegenden Blatt Papier (CA) ist also Platz genug, um während CD unter einem Winkel von 45° gegen CA gehalten wird, ausserhalb des Bereiches von CD ein farbiges Glas auf CA aufzulegen. Bei Versuch 1 und 2 legt man ein grünes Glas auf die weisse Fläche des Papiers, bei Versuch 5 ein gelbes. Blickt man nun bei den ersten Versuchen abwechselnd auf die Quadrate und das grüne Glas, so bleibt in Versuch 1 das Contrastquadrat grün, in Versuch 2 wird aber sofort das Blau deutlich und die Farbe von a ändert sich in ein gesättigtes Blaugrün. Indem man bei Versuch 5 ein gelbes Glas hinlegt und abwechselnd auf die Quadrate und das gelbe Glas blickt, tritt die Farbe im Contrastquadrate rasch deutlich hervor, als die eines „schön" dunkelblauen Sammets.

Die Erzeugung der „Contrast"-Farben mit Hilfe der farbigen Schatten ist complicirter, als der Florpapierversuch, der an Einfachheit nicht mehr übertroffen werden kann. Construirt man dann gar noch eigene Apparate, um die farbigen Schatten zu zeigen, so complicirt man den Versuch noch mehr in unnöthigster Weise. Unerfindlich ist mir auch, wesshalb man in neuerer Zeit statt der zwei Lichtquellen, die man, wie wir aus den physiologischen Vorlesungen wissen,

zur Anstellung der Versuche verwendet, sich auf einen beschränken wollte, d. h. die zweite durch Reflexion des Lichts an den Wänden des Zimmers, an der Hand- oder Antlitzfläche u. s. w. unbewusst herstellte. Bei Verwendung zweier Lichtquellen hat man nicht blos den Vortheil, die inducirte (Contrast-, Gegen-)Farbe deutlicher hervortreten, sondern auch die inducirende (Grund-)Farbe in ausgezeichneter Weise ausgesprochen zu sehen, was zum Zwecke eines leichten Vergleichs zwischen inducirender und inducirter Farbe angezeigt erscheint. Ich kann auch den Versuch von Ragona Scina blos mit Einem Blatt Papier, auf dem sich ein schwarzes Quadrat befindet, machen, wenn ich zum Fenster tretend das Blatt horizontal und das farbige Glas unter 45° gegen das Papier halte. Sofort erscheint das schwarze Quadrat in der Gegenfarbe. Das zum Gelingen des Versuchs nöthige weisse Licht wird von dem seitlich befindlichen weissen Fensterladen geliefert, indem es an der oberen Fläche des Glases gespiegelt, gleichzeitig mit der Farbe des Glases in mein Auge fällt. Aber so wie der genannte Versuch viel prägnanter wird, wenn man das „Grund"- und das „Contrast"-Quadrat neben einander stehen hat, so gilt dies auch von den farbigen Schatten.

Den Schattenversuch stellt man am besten so an. Auf einem an der Wand stehenden Tisch wird ein auf Pappendeckel geklebter Bogen weissen Papiers, an die Wand lehnend, vertical aufgestellt. In einem Abstande von 25 Cm. vom Papier stehen die beiden Lichtquellen, von denen die eine durch eine hellbrennende Petroleumflamme, die zweite (20 Cm. seitlich von ihr und in gleicher Höhe mit ihr stehend) durch die Flamme einer Stearinkerze dargestellt wird. Das Zimmer ist verfinstert. Unmittelbar vor die Petroleumflamme (zwischen ihr und dem Papier) wird mit der einen Hand das farbige Object gehalten, während die andere Hand einen Bleistift von 1 Cm. Dicke in einem Abstand von 2 Cm. vor dem Papierbogen vertical so aufstellt, dass er sich in gleicher Distanz von beiden Lichtquellen befindet. Nunmehr erscheinen zwei Schatten, parallel und vertical neben einander, auf dem Papier. Der Bogen AB (Fig. 10) werde beleuchtet durch das weisse Licht der Kerzenflamme W (eigentlich ist W rothgelb, kann aber im Vergleich zu der Flamme R als weiss



Figur 10.

angesehen werden), sowie durch das rothe Licht der durch eine Fuchsinlösung hindurchsehenden Strahlen der Flamme R. Der Papierbogen ist demnach jetzt in eine helle Nuance des Roth getaucht. Durch den Bleistift C wird das Licht W von r abgehalten, r wird daher nur von R beleuchtet und darum erscheint der Schatten r als ein gesättigtes Roth auf dem weissröthlichen Grunde. Andererseits wird durch C das rothe Licht der Flamme R von gr abgeschnitten; auf gr fällt nur das weisse Licht von W; der Schatten gr sollte daher weiss erscheinen, erscheint aber in der Gegenfarbe des Roth, d. i. Grün. Als farbige Objecte nimmt man gewöhnlich farbige Gläser. Diese lassen aber nicht blos die Farbe des Glases, sondern daneben auch noch Strahlen von anderer Brechbarkeit durch. Um den „Grund"- und den „Contrast"-Schatten möglichst charakteristisch hervortreten zu lassen, scheint es erwünscht, die eine Flamme durch möglichst gleichfarbiges Licht zu färben. Dazu kann man sich für gewisse Farben gefärbter (in geschliffene Gläser von rechteckigem Durchschnitt eingeschlossener) Flüssigkeiten und zwar für Roth einer Fuchsinlösung, für Grün einer Lösung von Nickelchlorür und für Blau einer Lösung von schwefelsaurem Kupferoxydammoniak bedienen. Allein die Versuche haben mich gelehrt, dass für diese Farben ein rothes, grünes und blaues Glas besser zu verwerthen ist. Ich besitze wenigstens solche Gläser, die die Contrastschatten: Grün, Roth und Gelb in schönster Weise zeigen. Was die Herstellung eines gelben Grund- und eines blauen Contrastschattens anlangt, so habe ich keine gelbe Lösung gefunden, bei deren Anwendung ein blauer Contrastschatten (freilich war auch kein gelber Grundschatten da) hervorgetreten wäre. Die gelben Lösungen lassen immer noch viel rothes Licht durch, so dass der Grundschatten Roth und der Gegenschatten Grün wird. Unter den vielen gelben Gläsern, mit denen ich experimentirte, habe ich aber doch Ein Stück, welches einen deutlich, wenn auch nicht reingelben Grund- und einen deutlich, wenn auch nicht reinblauen Gegenschatten hervorruft. Es ist übrigens bekannt, dass man den blauen Gegenschatten auch ohne Anwendung eines farbigen Objectes dadurch erzeugen kann, dass man als die beiden Lichtquellen: Tageslicht und Kerzenlicht verwendet. Schliesse ich in meinem Zimmer die Fensterläden, so dass nur ein schmaler Spalt geöffnet bleibt und entferne die Petroleumlampe, dann fällt von der Kerze gelbrothes Licht, durch den Ladenspalt weisses Tageslicht ein. Den Grundschatten (da wo das

Tageslicht durch den Stift abgehalten wird) sehe ich jetzt schön gelb, den Constrastschatten dunkelblau, allerdings so dunkel, dass er für schwarz gehalten werden kann. Am schönsten sehe ich den blauen Schatten, wenn ich einerseits Tageslicht durch den Ladenspalt eintreten lasse, andererseits die hellbrennende Petroleumlampe, vor die ich das gelbe Glas halte, als zweite Lichtquelle verwende. Nun erscheint ein schön indigo-blauer Gegenschatten, während der Grundschatten, zu schwach, auf dem Grunde verschwindet. (Sowie ich die Flamme herabdrehe, tritt zwar der Grundschatten sofort auf, aber derselbe ist jetzt roth und der Gegenschatten ändert sofort seine Farbe aus Blau in Grün (Grünblau). Darauf basirt ein schöner Versuch mit Farbenblinden.)

Also: stehe ich vor dem Blatt Papier und steht die Petroleumflamme zu meiner Rechten, das Kerzenlicht zur Linken, dann sieht jedes farbentüchtige Auge

bei Glas, vor die Petroleumflamme gehalten:	Grundschatten rechts:	Contrastschatten links:
Roth	Roth	Grün
Grün	Grün	Roth
Blau	Blau	Gelb
Gelb	Gelblich	Bläulich.

Bei den drei ersten Gläsern sind die Farben der beiden Schatten prächtig, kein farbentüchtiges Auge kann die Gegenschatten anders bezeichnen als wie Grün, Roth, Gelb. Der blaue Gegenschatten ist zwar unwiderlegbar bläulich, schön reinblau tritt er aber erst bei der früher erwähnten Versuchsmodification hervor.

Die Gegenfarben bei den genannten Versuchen: dem Seidenpapiercontrastversuch, dem Spiegelcontrastversuch und dem Schattenconstrastversuch sind so lebhaft, dass das farbentüchtige Auge sie nicht blos richtig benennen, sondern auch leicht durch objectiv gefärbte Objecte characterisiren wird. Für den ersten der Versuche habe ich aus mattem Papier verschiedenster Farbe Ringe ausgeschnitten ganz von der Form des grauen Rings, der in der inducirten Farbe erscheint. Es ist leicht aus diesen Ringen jene herauszusuchen, die wenn auch nicht die ganz gleiche Farbennuance, so doch den gleichen Farbenton haben, wie der in der Contrastfarbe sich bietende graue Ring. Beim Spiegelcontrastversuch kann man die Farben des Grund- und des Contrastquadrats durch farbige Papiere, Wollen oder Pulver erörtern lassen; und ein gleiches ist, wenngleich manche

Farben im gelben Lichte der künstlichen Lichtquellen sich ändern, doch im Grossen und Ganzen auch beim Schattencontrastversuch möglich.

Farbige Papiere, farbige Wollen, farbige Pulver können auch als solche zur Farbenprüfung verwendet werden. Das farbentüchtige Auge wird die Farben richtig benennen und die Proben richtig sortiren, höchstens zu einer Grundfarbe nahestehende Farbentöne legen. Niemals wird aber ein solches Auge einer Grundfarbe eine andere Grundfarbe oder einen Farbenton, in welchem die zweite Grundfarbe über die vorgelegte überwiegt, zugesellen. Auch farbige Gläser kann man in Anwendung ziehen, indem man prüft, in welcher Farbe Tages- und Lampenlicht durch sie erscheint. Höchst interessant ist es für das farbentüchtige Auge durch ein farbiges Glas nach dem Spectrum oder nach farbigen Objecten zu blicken. Ich empfehle hierzu, weil am leichtesten zugänglich, den schon wiederholt genannten Index von Radde's internationaler Farbentafel. Blicke ich nach diesem, während er durch Tageslicht hell beleuchtet wird, durch mein rothes Glas, so sehe ich die Töne 1 bis 6 (Roth und Orange) in einem immer weisser werdenden Röthlichweiss, bis ich bei 7 (Gelb) einen beinahe reinweissen Streifen sehe; dann beginnt bei 8 (Gelbgrün) ein Grauviolett, das im gleichen Farbenton, nur immer dunkler werdend, durch alle Töne von Gelbgrün, Grüngelb, Grün, Grünblau, Blaugrün sich hindurcherstreckt, bis es bei 19 (Blau) beinahe ganz schwarz wird, um dann im Violett, Purpur und Carmin bis 29 wieder lichter und immer lichter, endlich bei 30, dem letzten Uebergang von Carmin zu Zinnober (1) fast weiss zu werden. Gewisse Farbentöne, wie z. B. Gelbgrün und Purpur (10 und 26) erscheinen mir nunmehr nahezu identisch, sie erscheinen nahezu als gleiche Nuancen des Violett. Wer auch nur einmal einen solchen Versuch angestellt hat, dem werden Perversionen des Farbensinns nicht mehr wunderbar erscheinen. Das Phänomen erklärt sich dadurch, dass das rothe Glas nur rothes, gelbes und sehr wenig blaues Licht durchlässt; daher erscheint Roth bis Gelb hell, Gelbgrün bis Carmin durch das rothe und blaue Licht, das von den Pigmentfarben (die ja nicht rein sind) ausgestrahlt wird, grau violett; Blau am dunkelsten, da es am wenigsten Roth enthält und das Glas nur sehr wenig Blau passiren lässt.

Wenn derartige Zustände, wie sie jedes Auge durch Vorsetzen eines farbigen Glases hervorrufen kann, selbstständig vorkommen, so wird man sie dadurch zu erkennen vermögen, dass man farbige Felder in verschiedenen Farbentönen herstellt, dass man verschieden farbige Wollmuster in Reihen ordnet, dass man über eine Wollspule einzelne Fäden andersfarbiger Wolle hinüberführt, dass man auf farbigem Grunde Buchstaben in anderen Farben druckt, oder Grund und Buchstaben in verschiedenen Farben stickt. Wenn z. B. Jemanden ein Gelbgrün und ein Purpur in solcher Art gleich erschiene, wie mir durch ein rothes Glas, so würde er keinen Unterschied finden zwischen zwei farbigen Feldern, die in diesen Farben hergestellt wären; er würde, wenn ich Wollproben von gelbgrüner und Purpurfarbe bestimmte Nuance auf Canevas befestigte, die Verschiedenheit der Farben nicht merken; er würde nicht sehen, dass Fäden andersfarbiger Wolle über eine Wollspule hinlaufen, wenn Faden und Spule die genannten zwei Farben in gleicher Helligkeit trügen; er würde endlich Buchstaben nicht lesen, die mit gleicher Helligkeit Gelbgrün in Purpur (oder vice versa) gedruckt oder gestickt wären.

Nun sind wir soweit, um an die Frage heranzugehen, wie Störungen des Farbensinns zu entdecken sind. Diese Frage kann jedoch ohne eine Darstellung dieser Störungen nicht in gehöriger Weise erörtert werden. Die sog. Farbenblindheit ist entweder angeboren, oder sie ist die Folge gewisser Erkrankungen des Hirns oder Auges. Wir besprechen zunächst

Die angeborene Farbenblindheit.

Das Sonnenspectrum ist für das farbentüchtige Auge, wie wir gesehen haben, ein polychromatisches. Die Abweichungen könnten nun nach den bisherigen Erfahrungen die sein, dass das Spectrum dichromatisch, monochromatisch oder achromatisch wird, d. h. die Störung des Farbensinns kann darin bestehen, dass das Auge ausser Schwarz und Weiss nur noch zwei Farben (dichromatisches System, Donders), oder blos eine Farbe oder gar keine Farbe sieht. Im letztern Falle, beim achromatischen System, könnten im Spectrum nur Abstufungen der schwarzweissen Reihe gesehen werden — und das Vorkommen einer solchen wahren

Farbenblindheit wird auch mehrfach behauptet. Auch dass es ein monochromatisches System gibt, d. h. dass es Augen gibt, welche das Spectrum nicht schwarzweiss, sondern farbig, aber nur in Einer Farbe sehen, wäre möglich. Allerdings sind wir geneigt anzunehmen, dass wo Farbe ist, auch Gegenfarbe sein muss, und daher ein monochromatisches Spectrum nur insofern denkbar wäre, als die Gegenfarbe ausserhalb des Spectrums läge. Aber aus physiologischen Verhältnissen ist auf pathologische nicht mit Sicherheit zu schliessen, wie schon das dichromatische Spectrum zeigt.

A. Das dichromatische Spectrum

lenkt unsere ganze Aufmerksamkeit auf sich, denn die gewöhnliche Farbenblindheit beruht auf der Umwandlung des polychromatischen Spectrums in ein dichromatisches. Zwei Formen dieser Dichromasie werden beschrieben; die eine wie die andere der Formen besteht darin, dass das Spectrum statt der vier Grundfarben und allen möglichen Farbentönen, nur zwei Grundfarben, aber gar keine Farbentöne zeigt. Die beiden Grundfarben sind bei der einen Form Gelb und Blau, bei der anderen (die ich aus eigener Erfahrung nicht kenne) sollen sie Roth und Grün sein. Jene Form der Dichromasie, bei welcher das Spectrum nur aus den beiden Farben Gelb und Blau zusammengesetzt ist, ist in jedem Falle die bei weitem häufigere. Sie wird als Rothblindheit oder als Grünblindheit oder als Roth-Grünblindheit beschrieben. Diese Ausdrücke bedürfen aber eigentlich einer Correctur. Der richtige Ausdruck für die Anomalie wäre (nur ist das Wort nicht deutsch) Gelbblausichtigkeit, mit einer wirklich griechischen Wortbildung könnte man dafür Xanthokyanopie setzen.

1) Die Xanthokyanopie (Gelbblausichtigkeit).

(Rothblindheit, Grünblindheit, Roth-Grünblindheit.)

(Anerythropsie, Achloropsie, Aneryrthrochloropsie.)

Die Erscheinungen derselben zu erklären, ist keine der bisher diesbezüglich aufgestellten Theorien, über die wir zum Schlusse handeln wollen, im Stande. Wir stellen hier auch keine Theorie auf, sondern constatiren nur Thatsachen. Die Hauptthatsache ist die: Sowohl das rothe, als das grüne Licht ruft in derartigen Augen eine

sehr entschieden farbige Empfindung hervor, aber die gänzliche Abweichung von dem physiologischen Verhalten liegt darin, dass Roth und Grün aufgehört haben, Gegenfarben zu sein, dass sie vielmehr Nebenfarben geworden sind und einer der zwei erhaltenen Grundfarben, dem Gelb, coordinirt. Die unzweifelhafte Thatsache lehrt, dass die Netzhaut von allen Strahlen des Spectrums, welche vom Roth bis zum Blau reichen, in einer und derselben Farbe, und zwar in Gelb erregt wird, so zwar, dass derartige Augen im Gelb die reinste, gesättigste Empfindung des Gelb haben, in den anderen Theilen dieser Spectrumhälfte jedoch Nuancen des Gelb sehen. Roth, Grün und Gelb sind daher für derartige Netzhäute qualitativ vollkommen identisch und daraus folgt auch, dass das Spectrum nur aus zwei Theilen bestehen kann, einem gelben und einem blauen. Kein Auge dieser Kategorie kann Blau von Violett unterscheiden, indem das Violett durch eine geringe Beimischung von Roth zu Blau entsteht. Roth hat aber für das „farbenblinde" Auge die Qualität des Gelb und Gelb ist auch für dieses Auge die Gegenfarbe von Blau. Das Roth im Violett wird einen Theil des Blau vernichten, das übrig bleibende Blau des Violett wird aber eine vom reinen Blau im Farbenton nicht unterscheidbare blaue Farbenempfindung hervorrufen. Wenn dies richtig ist, so muss durch weitere Zumischung von Roth zu Blau schliesslich das Roth überwiegen und eine bestimmte Purpurfarbe einem solchen Auge wieder Gelb erscheinen.

Es wird daher, da sich im Spectrum die Purpurfarben nicht finden, das Spectrum nur zwei Farben zeigen können, Gelb und Blau; es kann das Spectrum nirgends eine Lücke haben und es ist kein Grund abzusehen, warum, wenn das farbentüchtige Auge im Gelb die hellste Stelle des Spectrums sieht, nicht auch das blaugelbsichtige sie dort haben sollte. Wir wissen einfach nicht, warum im Gelb die hellste Partie des Spectrums liegt; wir sehen aber, wenn wir nicht mangelhaften Theorien huldigen, keinen Grund, warum der Gelbblausichtige, dessen Netzhaut nicht etwa gegen rothe und grüne Strahlen blind ist, sondern von diesen Strahlen nur qualitativ verschieden erregt wird, als die Normalnetzhaut, nicht auch im Gelb die hellste Stelle des Spectrums sehen sollte. Es folgt weiter, dass wenn ein solches Auge ein Spectrum betrachtet, in welchem an das Violett sich noch Purpurtöne im Uebergang zu Roth anschliessen, wie z. B. den Index der Radde'schen Tafel, das Spectrum dreigetheilt erscheint, in der Mitte Blau, rechts und links von Gelb flankirt. Beim

Gelbblausichtigen ist daher Licht und Farbe niemals getrennt. Wenn ein farbiges Licht die Netzhaut überhaupt erregt, so ruft es auch bei einer bestimmten Intensität eine Farbenempfindung hervor; die Ausnahmen, die hierbei gelten, sind den Verhältnissen angepasst genau dieselben, wie für das farbentüchtige Auge. Auch die Empfindung des Gelb und Blau ist für diese Augen genau dieselbe, wie für ein Normalauge. Kein Hierhergehöriger wird im mindesten im Zweifel darüber sein, was ein reines, gesättigtes Gelb oder Blau ist, er wird unter Hunderten von farbigen Papieren, Pulvern, Wollen das reinste Gelb sofort herausfinden, schneller sogar als der nicht Farbenblinde, er wird ebenso über das reinste und intensivste Blau keinen Moment im Zweifel sein.

Der Farbenblinde kennt nur zwei Farben und deren Nuancen, er kennt ausser Schwarz, Weiss und Grau nur gelbe und blaue Farben. Ist eine Farbe nicht grau und nehmen wir an, dass der Farbenblinde eine gelbblaue Empfindung ebensowenig haben könne wie wir, so kann eine Farbe für diesen „Blinden“ nur Gelb oder Blau sein. Die Art und Weise, wie man noch immer mit Farbenblinden verfährt, scheint nicht sehr wissenschaftlich und nicht sehr zweckdienlich, um den Farbenblinden selbst Klarheit über seinen Zustand zu verschaffen. Es ist ganz und gar verfehlt, Farbenblinde auszuforschen, wie sie diese oder jene Farbe benennen und bei der in Rede stehenden Kategorie auf Ausdrücke, wie Roth, Grün, Violett irgend welchen Werth zu legen. Man weiss doch, oder sollte doch wissen, dass diese Worte für den Gelbblausichtigen jedes Sinnes entbehren, dass es Worte ohne Begriffe sind, dass man an einen Solchen nur Eine Frage stellen kann, und das ist die, ob die vorgelegte Farbe (wenn nicht schwarzweiss) Gelb oder Blau sei. Der intelligente Farbenblinde belächelt auch in der That die Art und Weise, wie er untersucht wird und empfängt keinen grossen Respect von der Intelligenz, ja nicht einmal von dem Farbensinn seines Prüfers. Sobald Jemand bei der Untersuchung mit dem Spectrum oder beim Anschauen des Radde'schen Index (1 bis 24) erklärt hat, dass er nur zwei Farben, Gelb und Blau, sehe, ist er gelbblausichtig. Aufgefordert, die Farben des Spectrums durch farbige Papiere, farbige Wollen, farbige Pulver zu bezeichnen, wird er begreiflicherweise nur zwei Farben, Gelb und Blau (oder Violett), herauslegen. Wenn man ihn nunmehr zwingt, noch andere ähnliche Farben herauszusuchen, so wird er, was ebenso begreiflich, das ganze Heer von farbigen Mustern (mit Ausnahme der

rein schwarzweissen und ihm so erscheinenden) in die zwei grossen Lager der gelben und blauen Farben theilen. Aber dies ist ja gar nicht der Zweck des Versuchs, der uns lehren soll, welche zwei Farben im Spectrum gesehen werden. Ebenso ist es klar, dass wenn der Farbenblinde (mit seinem ausgezeichneten Farbenunterscheidungsvermögen für Gelb, Blau und Schwarzweiss) beim Ueberblick über den ganzen Theil des Spectrums von Roth bis Blau erklärt, dass dies ein und dieselbe Farbe und zwar Gelb sei, es ein ganz und gar nutzloses Beginnen ist, ihm noch die isolirten Theile dieses Spectrumabschnittes vorzulegen und nun diese isolirten Theile wieder benennen und durch objective Farben bestimmen zu lassen. Denn Gelb bleibt, wie für uns, so auch für den Gelbblausichtigen, Gelb, nämlich das was wir Gelb und das was er Gelb sieht. Auch ist es, nachdem das ganze Spectrum durch die zwei Farben, Gelb und Blau, einmal characterisirt worden ist, ganz gleichgiltig, welche „gelben" Farben für die einzelnen Theile des gelben und welche „blauen" für die einzelnen Theile des blauen Spectrums herausgelegt werden. Auch wenn man die Spectralfarben durch Spectralfarben nachlegen lässt (pag. 188), kann man höchstens erfahren, welches Roth, Grün, Orange die gleiche Helligkeit haben, denn dass sie dieselbe Farbe haben, wissen wir ja ohnehin schon. In Gleichem ist es (ausser man will die Grenzen des Spectrums bestimmen) eigentlich nur eine Spielerei (wenngleich eine amusante), wenn man den als Gelbblausichtig Erkannten noch mit den Metalllinien prüft. Denn das wissen wir wiederum, dass wenn Jemand im Spectrum von Roth bis Blau nur Gelb und von da bis an's Ende des Spectrums nur Blau sieht, er auch die rothen Rubidiumlinien und die rothe Kaliumlinie (wenn er sie überhaupt sieht) doch wieder nur gelb sehen kann, wie die rothe Lithium-, die gelbe Natrium- und die grüne Thalliumlinie, und dass ihm ebenso die blauen Strontium-, Caesium- und Indiumlinien, sowie die violetten Rubidiumlinien blau erscheinen müssen. Desshalb behält die Prüfung mit den isolirten Metalllinien dennoch ihre hohe Bedeutung, aber nur, so lange der Xanthokyanops nicht erkannt ist. Denn ein Solcher kann ja (und es kommt dies thatsächlich vor) die Farben im Spectrum der Reihe nach hersagen, wie er sie in der Schule gelernt hat — über das rothe und violette Ende ist er ja doch nie im Zweifel!

Wenn es richtig ist, dass der Gelbblausichtige nicht rothgrünblind ist, sondern dass die Anomalie darin besteht, dass die rothen und grünen Strahlen die Empfindung des Gelb hervorrufen, so wird

sich dies durch die Contrastversuche erweisen lassen. Bei dem Schattencontrastversuch z. B. wird der rothe, grüne und gelbe Grundschatten Gelb, der grüne, rothe und blaue Contrastschatten hingegen Blau erscheinen müssen. Und so ist es auch. Es ist ein capitaler Irrthum, dass die Farbenblinden, von denen wir jetzt sprechen, keine farbigen Schatten haben. Es ist dies aber auch ganz und gar unmöglich. Wenn ich vor eine der beiden weissen Lichtquellen ein Spectralgrün gefärbtes Glas setzen würde, so wird jetzt der Grundschatten Spectralgrün sein. Soll der Contrastschatten farblos sein, dann muss es auch der Grundschatten sein, und müsste also der Grundschatten schwarz, weiss, oder grau sein. Wenn das der Fall wäre, müsste im Spectrum an Stelle des Grün ein schwarzer, weisser oder grauer Streifen sich finden. Das trifft aber für das dichromatische Spectrum absolut nicht zu. Da erscheint an Stelle des Grün eine lebhafte Farbe, eine deutliches Gelb. Mithin muss auch der spectralgrün gefärbte Grundschatten farbig, gelb sein und daher der Contrastschatten, falls für den Gelbblausichtigen die physiologischen Axiome Geltung haben, Blau. Ganz dasselbe Raisonnement gilt für den rothen Grundschatten. Wenn trotzdem ein grosser Theil der Farbenblinden die objectiven Schatten, die wir roth und grün sehen, farblos sieht, so beweist dies einfach nichts anderes, als dass diese Schatten nicht roth und grün sind — in spectralem Sinn.

Es ist eine hochinteressante und bedeutsame Thatsache, dass der Gelbblausichtige die objectiven Farben, die wir Roth und Grün sehen, Gelb sieht, dass er aber dieselben Farben, wenn sie subjectiv, durch Contrast hervorgerufen werden, Blau empfindet, so dass unter den objectiven Farben Roth, Grün und Gelb, unter den subjectiven hingegen Roth, Grün und Blau coordinirt sich zeigen.

Die bisherigen Erörterungen über den Dichromatismus gehen nicht in's Detail, sie sind principiell. Eine principielle Erörterung erfordert noch die Empfindung des Grau von Seite des Gelbblausichtigen. Was das wahre reine neutrale Grau ohne jegliche Beimischung ist, weiss ein Solcher nicht bloss ebensogut, sondern entschieden besser, als der Polychromatiker. Für ihn ist das Prototyp des Grau das Grau der Haut der Maus oder des Elephanten. Wenn ein Gelbblausichtiger zu einer Reihe gelber oder blauer Farben grau legt, dann herrscht eitel Jubel ob dieser Verwechselung. Aber da ist von einer Verwechselung gar keine Rede. Er sieht nämlich

das eine Mal das Blau, das andere Mal das Gelb dem Grau beigemischt, das der meisternde Prüfer entweder gar nicht oder erst dann erkennt, wenn ihn der Farben-blinde belehrt, dass die eine Farbe Blaugrau, die andere Gelbgrau sei. Nach meinen Erfahrungen möchte ich aber kaum daran zweifeln, dass der Xanthokyanops wirklich Objecte farbig sieht, die wir neutralgrau sehen müssen. Denn ein Papier, ein Wollbündel, ein Pulver, das eine rothgrüne Farbe hat, müssen wir grau sehen: der Gelbblausichtige aber, für den Roth und Grün keine Gegen-, sondern Nebenfarben sind, kann dieses für uns thatsächlich neutrale Grau gelblich oder gelb sehen, und muss desshalb ein uns thatsächlich neutrales Grau dem Gelb beiordnen. Der Unterschied gegen die gewöhnliche Auffassung ist nur die, dass ein solches Auge die Grundfarbe Roth oder Grün nicht desshalb mit Reingrau verwechselt, weil es Roth oder Grün wie Grau, sondern umgekehrt, weil es Grau wie Roth oder Grün sieht.

Sowie es also einerseits scheint, als ob bei Farbenblindheit Grau farbig gesehen werden könne, so ist andererseits unzweifelhaft und aus der ganzen Darstellung von selbst sich ergebend, dass der Gelbblausichtige unter bestimmten Umständen dort Reingrau sieht, wo für uns eine lebhafte Farbe existirt. Jede Grundfarbe sieht er farbig, aber die Mischungen gewisser Grundfarben, die uns farbig sind, Grau. Denn wenn Roth und Grün dem Gelb qualitativ entsprechen, so ist, wie schon ausgeführt, nicht blos Gelb, sondern auch Roth und Grün die Gegenfarbe von Blau, und ein gewisses Blaugrün, sowie ein gewisses Purpur (Rothblau) wird als vollkommen neutralgrau erscheinen. Daher begreift man auch, warum der Farbenblinde farblose Grund- und Contrastschatten sehen kann und thatsächlich häufig sieht, wenn wir Roth oder Grün im Grundschatten sehen. Die Unreinheit der Lichtquelle und der Gläser ist die Schuld, dass jene Farben im Grundschatten, die uns für ein entschiedenes Roth und Grün imponiren, eigentlich Rothblau und Grünblau sind in Tönen, die dem Farbenblinden grau oder an und für sich nur sehr schwach gefärbt erscheinen können und um so schwächer, als die Beleuchtung schwach ist. Endlich kann ich die Bemerkung nicht unterdrücken, dass es mir scheint, als ob der Farbenblinde eine gelbblaue Farbe sehen könnte (pag. 180), aber auch wohl (wie Hering beim Nachbilde) nur in der Art, dass er das Gelb und Blau abwechselnd sieht, wenn sie sich nicht für Momente vernichten. So kann es kommen, dass ein Blaugrün oder

Purpur dem Reingrau zugezählt, dass es aber im nächsten Momente wieder als bläulich, hierauf als gelblich und dann vielleicht wieder als grau bezeichnet wird.

Der Gelbblausichtige wird demnach (wenn wir vom Reinweiss und Reinschwarz absehen, in welchem übrigens der Farbenblinde häufig noch einen Stich in's Blaue sieht, den wir nicht mehr erkennen) alle farbigen Objecte in drei Reihen theilen:

Erste Reihe, die Reihe der gelben Farben: Roth, Rothgelb, Gelbroth, Gelb, Gelbgrün, Grüngelb, Grün; ferner jenes Blaugrün, in welchem das Grün das Blau, und jenes Purpur, in dem das Roth das Blau überwiegt; endlich Grau, das thatsächlich noch einen Stich in's Rothe, Gelbe oder Grüne hat; und Neutralgrau, wenn es Rothgrün ist.

Zweite Reihe, die Reihe der blauen Farben: Blau, Violett; jenes Blaugrün und jenes Purpur, in welchem das Blau überwiegt; Grau, wenn es factisch blaugrau ist.

Dritte Reihe, die Reihe der grauen Farben: Grau; jenes Blaugrün und jenes Purpur, welche das betreffende Auge mit gleicher Intensität der sie constituirenden Grundfarben treffen; individuell auch ein Grau, dem eine gelbe Farbe von bestimmter Wellenlänge oder in sehr geringer Menge beigemischt ist (wovon gleich später).

Es ist eine characteristische Eigenschaft der Gelbblausichtigkeit, dass verschiedene Töne von Blaugrün wie von Purpur, die uns als nahezu identisch erscheinen, als ganz antagonistische Farben bezeichnet werden. Eine Purpurwolle wird blau genannt und etwa ein gleichfarbiges Purpurpulver gelb. Wir können dann sicher sein, dass für das betreffende Auge im Purpur der Wolle das Blau, in jenem des Pulvers das Roth überwiegt, und dass sie sich das Gleichgewicht halten, wenn eine Purpurfarbe für grau gehalten wird.

Im Spectrum ist kein Purpur, aber Blaugrün ist darin. Es wäre daher gar nichts Wunderbares, wenn dem Farbenblinden im Spectrum an einer Stelle des Blaugrün ein grauer Streifen erschiene, wenn ein grauer Streifen den gelben Theil des Spectrums vom blauen schiede. Das kommt in der That vor. Dass es nicht immer vorkommt, dass im dichromatischen Spectrum Gelb und Blau ohne Zwischenstreifen sich hart berühren, kann nur aus der Thatsache erklärt werden, dass, um einen Hering'schen Ausdruck zu gebrauchen, das Gewicht der Empfindung für die einzelnen Theile

des Spectrums bei verschiedenen Gelbblausichtigen verschieden ist. So gibt es eine Zahl derselben, bei denen das Gewicht der Blau- und Gelbempfindung an einer Stelle des Spectrums sich gegenseitig vollständig aufhebt, Andere, bei denen dies nirgends der Fall ist. Erstere sehen einen grauen Streifen, letztere nicht.

Diese Verschiedenheit des Gewichtes der Farbenempfindungen bei den einzelnen in Rede stehenden Farbenblinden müssen wir als Thatsache hinnehmen. Sie äussert sich auch noch in anderen Erscheinungen. Ein Theil der genannten Augen sieht nämlich Roth heller als Grün, ein anderer Grün heller als Roth. Diese Letzteren sind es auch, für die das rothe Ende des Spectrums eine wirkliche oder scheinbare Verkürzung haben kann, indem Strahlen gewisser Wellenlänge entweder gar keine Licht- und Farbenempfindung oder eine solche erst bei einer viel grösseren Intensität hervorrufen, als sie für das farbentüchtige Auge nothwendig ist. Sobald aber überhaupt Lichtempfindung mit diesem farbigen Lichte hervorgerufen wird, ist auch die Farbe da. Es sehe z. B. ein solcher „Roth"blinder das Roth im Spectrum nicht bis zur Linie A, sondern nur bis zur Linie B. Man erzeuge die Kaliumlinie, die bei A liegt. Er sieht sie vielleicht gar nicht, auch wenn wir ihre Helligkeit stark steigern. Es kann aber auch sein, dass wenn wir die Kaliumlinie sehr leuchtend machen, nunmehr die leuchtende Linie wahrgenommen wird. Bei einer gewissen Lichtstärke erscheint sie dann sicher auch farbig, gelb. Die Mähre, dass man die Farbenblindheit dadurch entdeckt hat, dass ein Schneiderlein eine schwarze Hose mit rothem Tuche flickte, characterisirt sehr schlecht das Wesen der „Rothblindheit". Jener Schneider hatte ein verkürztes Spectrum oder flickte die Hose bei schlechter Beleuchtung. Wenn es finster ist, halten auch wir Roth für Schwarz. Der Gelbblausichtige, bei dem das Gewicht der Rothempfindung herabgesetzt sein kann, kann allerdings einen rothen Fleck in Schwarz einsetzen bei einer Beleuchtung, bei der wir noch Roth von Schwarz unterscheiden. Der Gelbblausichtige, bei welchem das Gewicht der Empfindungen für die eine oder andere der gelben Farben herabgesetzt ist, kann auch ein Weiss oder ein Grau, dem eine geringe Menge dieser Farbe beigemischt ist, für Weiss oder Grau halten. Aber das Wesen der Xanthokyanopie liegt nicht darin, dass das Spectrum verkürzt oder dass das Gewicht der Rothempfindung herabgesetzt ist — denn Beides kann fehlen.

Die allgemeinen Betrachtungen mögen in der Vorführung eines 36jährigen Gelbblausichtigen ihre Erläuterung finden. Es wird sich dabei auch Gelegenheit bieten, die einzelnen Methoden der Farbenprüfung genauer zu besprechen.

I. Spectraluntersuchung.

Das Spectrum des Tageslichtes, sowie einer Gasflamme ist rein dichromatisch, Gelb und Blau; die grösste Helligkeit im Gelb; zwischen Gelb und Blau auch bei starker Vergrösserung des Spectrocops keine graue Linie; die Grenze liegt beim Uebergang von Grün in Blaugrün, ungefähr entsprechend der Frauenhofer'schen Linie b. Das Spectrum ist am violetten (blauen) Ende nicht verkürzt, dagegen zeigt es eine Verkürzung am rothen Ende. Es wird das spectrale Roth zwar wahrgenommen, aber nur bis etwa zur Linie B. Es erscheint demnach Roth, Orange, Gelb und Grün = Gelb oder „Feuerfarben", „Farbe der untergehenden Sonne"; Blau und Violett = Blau. Um festzustellen, ob die Verkürzung des rothen Endes eine wirkliche oder scheinbare sei, wird die im äussersten Roth bei A liegende Kaliumlinie (durch Verbrennen von Jodkalium in der schwach leuchtenden Gasflamme) erzeugt. So lange die Kaliumlinie nicht intensiv ist, wird sie nicht wahrgenommen; sobald sie sehr lichtstark wird, wird sie gesehen und als „Feuerfarben" bezeichnet. Das Spectrum hat daher gegen Ultraroth hin keine Verkürzung. Das ganze Spectrum wird nur durch zwei farbige Wollen nachgelegt, ein reines Gelb und ein reines Blau (oder Violett). Isolirt man die einzelnen Theile des Spectrums, so erhält man immer die Bezeichnung: Gelb oder Blau. Lässt man die einzelnen Theile durch Wollproben nachlegen (Magnus, Cohn), so erhält man, wenn man sich nicht mit dem Gelb begnügt, einfach eine Farbenprobe auf Wolle, da zu Gelb alle gelben, zu Blau alle blauen Farben gelegt werden, aber keine Spectralprobe.

Macht man die rothe Lithium-, die gelbe Natrium- und die grüne Thalliumlinie, jede für sich, sichtbar, so wird die Linie sofort als gelb und als identisch mit den anderen bezeichnet. Lässt man gleichzeitig die Natrium- und die Thalliumlinie erscheinen, so ist Thallium mehr weissgelb, Natrium mehr braungelb. Lässt man dann Natrium und Lithium gleichzeitig aufleuchten, so ist wieder Natrium im Vergleiche zu Lithium mehr weissgelb in dem gleichen Verhältnisse, als Thallium zu Natrium weissgelb erschien.

II. Index von Radde's Farbentafel.

Nummer 1 bis Nummer 15 incl. ist dieselbe Farbe . . . . . Gelb,

und zwar 1 bis 6: Zinnoberroth . . . .
Zwei Uebergänge zu Orange . . . .
Orange . . . . . = Gelbbraun
Zwei Uebergänge zu Gelb . . . . .

7: Gelb . . . . . = schön Gelb

Dagegen wieder 8 bis 15: Zwei Uebergänge nach Gelbgrün . . . .
Gelbgrün . . . . .
Zwei Uebergänge nach Grasgrün . . . .
Grasgrün . . . . . = Gelbbraun
Zwei Uebergänge nach Blaugrün . . .

Identisch sind 2 und 13: 1. Uebergang von Zinnober nach Orang und Grasgrün;

3 und 12: 2. Uebergang von Zinnober nach Orang
und 2. » » Gelbgrün nach Grasgrü

4 und 11: Orange
und 1. Uebergang von Gelbgrün nach Grasgrü

Nummer 16 bis Nummer 24 incl. ist wieder eine un dieselbe Farbe, und zwar Blau:

No. 19: Blau ist das reinste Blau,

während die übrigen minder gesättigten blauen Farben durch

16 bis 18: Blaugrün,
Zwei Uebergänge zu Blau,
und 20 bis 24: Zwei Uebergänge zu Violett,
Violett,
Zwei Uebergänge zu Purpur

gegeben sind.

Endlich constituiren Nummer 25 bis Nummer 3 wieder dieselbe Farbe und zwar wieder ein imme lichter werdendes Gelbbraun, so dass z. B. 30 (2. Uebergan

von Carmin zu Zinnober) und 14 (1. Uebergang von Grasgrün zu Blaugrün) identisch sind. 25 bis 30 sind in der Tafel bezeichnet als:

Purpur,
Zwei Uebergänge nach Carmin,
Carmin,
Zwei Uebergänge nach Zinnober.

Es sei noch erwähnt, dass 31 und 32 (Neutralgrau und Zinnobergrau) als Grau, 33 bis 37 (Braun, Orangegrau, Gelbgrau, Gelblichgrüngrau, Grüngrau) als Gelbgrau und 38 bis 42 (Blaugrüngrau, Blaugrau, Violettgrau, Purpurgrau, Carmingrau) Bläulichgrau genannt werden.

Schöner kann das Wesen der Gelbblausichtigkeit unmöglich hervortreten als bei dieser Prüfung. Das für uns reinste Gelb und reinste Blau ist es auch dem Xanthokyanops; alle anderen Farben sind nur Nuancen von Gelb und Blau. Die gelben Farben gehen von Roth durch Orange, Gelb und Grün bis in jenes Blaugrün, in welchem das Grün noch überwiegt; dann wieder von jenem Purpur, in dem das Roth überwiegt bis zum Roth. Die blauen Farben beginnen im Blaugrün mit überwiegendem Blau und endigen, durch Blau, und Violett hindurchgehend, in jenem Purpur, in dem noch Blau überwiegt. Die vollkommene Identität gewisser Farben in der gelben, wie in der blauen Reihe beruht nur auf Gleichheit der Nuance. Wie im Spectrum findet sich für Herrn X. auch im Radde'schen Index kein Blaugrün, in dem sich Blau und Grün so vollsändig die Waagschale hielten, dass es Grau erschiene und ebensowenig enthält der Index ein graues Purpur, d. i. ein Purpur mit gleichem Gewicht von Blau und Roth.

III. Simultanconstrastversuche.

a) H. Meyer's Florpapier-Versuch, durch Adolf Weber 1875 zur Farbenprüfung empfohlen, dadurch zu vervollständigen, dass man die inducirte Farbe nicht blos nennen, sondern durch farbige Papierringe (oder Wollen, Pulver) kennzeichnen lässt. Die Probe wird mit dem Heidelberger Farbenbuche in der Art angestellt, dass ehe man den Contrast erzeugt, nach der Farbe des inducirenden Papiers (ob Gelb oder Blau) geforscht wird. Die eingeklammerten Namen gelten für das farbentüchtige Auge.

Blatt 2 . . .	(Rosa)	Blaugrau,	wird	dazu	gelegt	ein Rosapulver (Krapprosa).
Contrast . .	(Dunkelgrün)	Braun,	»	»	»	ein brauner Ring, Chromgrünpulver.
Blatt 3 . . .	(Violett)	Blau,	»	»	»	eine dunkelblaue Wolle.
Contrast . .	(Gelbgrün)	Gelb,	»	»	»	ein gelber Ring.
Blatt 4 . . .	(Purpur)	Indigo,	»	»	»	eine dunkelblaue Wolle.
Contrast . .	(Lichtgrün)	Lichtgraubraun	»	»	»	ein brauner Ring.
Blatt 7—9 .	(Blau)	Blau,	»	»	»	eine violette Wolle.
Contrast . .	(Gelb)	Gelb,	»	»	»	gelber Ring, Chromgelbpulver.
Blatt 19 . .	(Lichtgrün)	Gelb,	»	»	»	lichtgrüne Wolle, orangefarbenes Pulver.
Contrast . .	(Dunkelroth)	Indigo,	»	»	»	Indigo (Pulver).
Blatt 20 . .	(Gelb)	Gelb,				
Contrast . .	(Dunkelblau)	Indigo,	»	»	»	Indigo.

Die „blauen“ Farben: Blau, Violett, Purpur, Rosa, deren Contrastfarben Gelb, Grüngelb, Lichtgrün, Dunkelgrün sind, haben einen gelben oder gelbbraunen Contrast; die „gelben“ Farben: Grün und Gelb einen blauen (Indigo-)Contrast. Ein reines Roth, das eine sichtbare Contrastfarbe geben würde, findet sich nicht im Farbenbuch.

b) Spiegelversuch von Ragona Scina, durch Cohn zur Farbenprüfung empfohlen (1878). Nach Minder und Pflüger (1878) ist die Grund- und Contrastfarbe durch Wollen nachzulegen.

Bei Farbe des Glases erscheint:	Grundquadrat:	Contrastquadrat:
1. Rosa . . .	Schönbraungelb	Lichtblau
2. Purpur . .	Gelbbraun	Dunkelblau
3. Roth . . .	Schmutzigbraun	Schwarzblau, Indigo
4. Grün . . .	Gelbbraun	Lichteres Indigo
5. Gelb . . .	Eidottergelb	Indigo
6. Blau . . .	Blau	Schönbraun

Rosa und Purpur (in denen offenbar Roth überwiegt), Roth und Grün, bei denen das Grundquadrat dem farbentüchtigen Auge in den herrlichsten Farben: Rosa, Roth und Grün erscheint, erscheinen dem Gelbblausichtigen als nahezu gleiche Nuancen des Gelb, als Gelbbraun und geben demnach wie das Gelb, alle einen blauen Contrast. Die lichtblaue Contrastfarbe (1) wird durch ein lichtviolettes Pulver (Ultramarinviolett), die dunkelblaue (2) durch ein kobaltblaues Pulver, die schwarzblauen Contrastfarben (3 bis 5)

durch Indigo nachgelegt, während der Contrast auf Blau, übereinstimmend mit dem Eindruck auf ein normales Auge, durch eine braune Wolle (unter den Pulvern keine geeignete Farbe) bezeichnet wird. Die herrlichen blauen Contrastschatten lassen den Gedanken gar nicht aufkommen, als ob dies nur der Contrast auf jenes gelbe Licht wäre, das die rothen und grünen Gläser durchlassen.

c) Farbige Schatten, schon von Leonardo da Vinci beobachtet, von Stilling (1875) zur Prüfung des Farbensinnes empfohlen. Nach Cohn und Hock (1879) ist es auch hier besser, die Farben der Grund- und Contrastschatten nicht blos nennen, sondern auch durch Wollen bezeichnen zu lassen. Da dies bei künstlicher Beleuchtung nicht gut gehe, so meint Hock, man könne die Schattenprobe auch bei einfallendem Tageslichte machen, müsse aber bei Untersuchung der Rothgrünblinden dafür sorgen, dass das Tageslicht nicht auf die Papierfläche falle, „eine Anordnung, welche sehr leicht herzustellen", mir aber unverständlich ist.

Sieht Herr X. durch die Gläser, mit denen der Schattenversuch anzustellen ist, gegen den Himmel, sowie gegen die Petroleumflamme, so sieht er durch das rothe, grüne und gelbe Glas den Himmel feuerfarben, durch das blaue Glas blau. Die Lampenflamme erscheint feuerfarben durch das rothe und grüne, gelb durch das gelbe, blau durch das blaue Glas.

Der Grundschatten erscheint bei Anwendung des blauen Glases blau, der Contrastschatten gelb. Dagegen ist der Grundschatten für das rothe, grüne und gelbe Glas gelb, der Contrastschatten blau. Es ist eine ungemein frappante Erscheinung, dass während bei rothem Glase Roth rechts, Grün links, und bei grünem Glase Grün rechts, Roth links steht, vom Farbenblinden beidemale der Schatten rechts gelb, der Schatten links blau gesehen wird (ganz wie beim Spiegelcontrastversuche). Bei Anstellung des früher (pag. 196) beschriebenen Versuches, bei welchem unter Zuziehung des Tageslichtes der blaue Contrastschatten erzeugt wird, bleibt der Contrastschatten blau, wenn er sich für das Normalauge in Grün geändert hat.

Man könnte sagen, dass wenn Rothgrünblindheit besteht, nur die gelben Strahlen empfunden werden, welche das rothe, wie das grüne Glas durchlässt, dass der Grundschatten beidemale gelb, demnach der Contrastschatten beidemale blau erscheinen muss. Desshalb wird noch mit einer (rothen) Fuchsinlösung und einer (grünen) Nickelchlorür-

lösung geprüft. Durch jede der Lösungen erscheint die Flamme wieder feuerfarben, der Grundschatten ist auch hier gelb, der Contrastschatten blau.

Alle drei Arten der Contrastversuche erhellen deutlich das Wesen der Einen Art des Dichromatismus, der Xanthokyanopie. Selbst bei wirklicher Rothgrünblindheit, d. h. bei einem Zustande, bei welchem rothes und grünes Licht überhaupt keine farbige Empfindung hervorbrächte, würde man bei den Contrastversuchen farbige Contraste bekommen können, weil es keine reinen Farben auf Papier und im Glase gibt und daher das beigemischte Blau oder Gelb eine farbige Grund- und Contrastempfindung erzeugen könnte. Um so weniger können die Contraste farblos sein, d. h. können die farbigen Contraste fehlen, da das Wesen der Dichromatopie nicht in einer Blindheit gegen rothe und grüne Strahlen, sondern in einer qualitativen Aenderung des durch diese Strahlen hervorgerufenen Farbeneindrucks besteht. Fehlen die farbigen Contraste wirklich, und sie fehlen wirklich häufig, dann kann dies, wenn nicht mangelnde Intelligenz des Untersuchten oder Mangelhaftigkeit des Versuchs Schuld trägt, wie früher (pag. 204) schon erwähnt, nur darin begründet sein, dass die Grundfarbe ein gewisses Blaugrün oder Purpur ist, das dem Gelbblausichtigen grau erscheint. Es gibt dann keinen farbigen Grund- und daher auch keinen farbigen Gegenschatten. Die Grundfarben Roth und Grün dagegen sind bei unverkürztem Spectrum stets farbig und haben farbige Contraste. Es ist unverständlich, wie Stilling, der die Erscheinungen der Dichromatopie sehr genau kennt und beschreibt, die Diagnose derselben noch immer (1879) auf die Farblosigkeit der Schatten (eintretend das einemal bei Anwendung von Roth und Grün, das anderemal bei der von Gelb und Blau) basiren kann.

IV. Pseudoisochromatische Proben.

Dem Farbenblinden erscheinen gewisse unserem Auge differente Farben „fälschlich gleichfarbig“ (pseudoisochromatisch, Donders). Darauf gründen sich zwei verschiedene Erscheinungen. Das einemal wird nämlich der Farbenblinde eine Reihe von Farben als gleich bezeichnen, die es nicht sind, das anderemal wird er, wenn es sich um Erkennen von Buchstaben oder Zeichen auf einem farbigen Grunde handelt, dieselben überhaupt nicht sehen, wenn die Farben des Grundes und der Buchstaben (Ziffern, Zeichen u. s. w.) pseudoisochromatisch und gleich hell sind.

a) Pseudoisochromatische Wollmuster.

Die Farbentafel von Dr. A. Daae in Kragerö (Norwegen). Hirschwald, Berlin, 5 Mark.

Die Tafel enthält zehn horizontale Reihen, in jeder Reihe sieben Muster farbiger Wollen, (sodass also sieben Verticalcolonnen existiren), jedes Muster bestehend aus drei senkrecht nebeneinander stehenden Wollfäden von 13 Millimeter Länge. Nach Dr. Sänger, welcher die deutsche Ausgabe dieser ganz vortrefflichen Tafel besorgte, tragen die Horizontalcolonnen die arabischen Zahlen 1 bis 10 an ihrem Anfang, die Verticalcolonnen die Buchstaben A bis G an ihrer Spitze. Dadurch kann jede einzelne Probe gekennzeichnet werden. Probe 4C z. B. ist die dritte Probe in der vierten Horizontalreihe. Die Reihen 8 und 10 sind isochromatisch (oder wie ich mich hinzuzufügen beeilen will, für das farbentüchtige Auge isochromatisch), und zwar enthält Reihe 8 nur grüne Wollen, von denen A die hellste, G die dunkelste Nuance des Grün darstellt. Reihe 10 enthält nur rothe Wolle, beginnend mit der dunkelsten Nuance bei A, und bei G mit der hellsten endigend. Die anderen acht Reihen sind für das farbentüchtige Auge anisochromatisch (ungleichfarbig). Dem farbenblinden Auge jedoch könnten, wenn sein Spectrum monochromatisch oder achromatisch wäre, alle diese Reihen pseudoisochromatisch erscheinen; für das Auge mit dichromatischem Spectrum wird eine gewisse Zahl dieser Reihen pseudoisochromatisch sein, die anderen aber anisochromatisch, wie dem Auge mit polychromatischem Spectrum. Reihe 1 sowohl als Reihe 2 enthält jede gelbe und blaue (oder rosa) Farbentöne. Reihe 3: Roth, Orange, Grün und Braun; Reihe 4: Rosa, Purpur, Blaugrün, Blaugrau, Grau; Reihe 5: Grün, Braun, Roth; Reihe 6: Blau, Violett, Purpur; Reihe 7: Grün und Braun; Reihe 9: Blau, Rosa, Violett — einzelne der Farben, da jede Reihe 7 Muster enthält, in verschiedenen Nuancen.

Auf die Frage, ob Herr X. die einzelnen Reihen (ohne Rücksicht, ob die eine Probe heller oder dunkler sei wie die andere) gleichfarbig oder ungleichfarbig sehe, erfolgt die Antwort: Bei Reihe 1 und 2 scheine ihm die Frage scherzhaft gestellt — (natürlich, denn Blau und Gelb sind seine Leibfarben und die Anisochromasie ist schreiend). Dagegen erscheinen ihm alle übrigen factisch anisochromatischen Reihen 3, 4, 5, 6, 7, 9 gleichfarbig, von den zwei (uns) gleichfarbigen Reihen 8 und 10 jedoch nur Reihe 8

gleich-, Reihe 10 aber ungleichfarbig. Reihe 3 ist braun (mit Ausnahme von C, Fleischfarbe, welches bläulich ist). Reihe 4 durchwegs blau; Reihe 5 durchwegs braun; Reihe 6 durchwegs blau; Reihe 7 braun (alle Proben sind ganz gleich bis auf D, welches „lebhafter" ist — in der That ist D die gesättigste grüne Farbe der Reihe); Reihe 8 braun; Reihe 9 blau. Die vollkommenste Identität zeigt die blaue Reihe 6 und die blaue Reihe 9.

Dieses Resultat stimmt im Allgemeinen mit dem, was wir über das Wesen der Xanthokyanopie bereits wissen. Drei scheinbar unklare Angaben geben nur den Beweis von dem ausgezeichneten Farbenunterscheidungsvermögen der Farbenblinden auf ihrem Gebiete, und zeigen zugleich die Fehler der Tabelle an, die uns mit unserem superioren Farbensinn entgehen.

3 C, welches roth sein soll und uns so erscheint, ist es sicher nicht, da es für bläulich und als in die braune Reihe nicht passend erklärt wurde. Dies ist auch der Grund, warum die gleichfarbige, rothe Reihe anisochromatisch erscheint, denn „A, B, C sind allerdings dunkelbraun und D, E schön braun, aber F und G sind bläulich". Und in der That ist Muster 10 G dieselbe Wolle, wie 3 C. (10 F kommt in den pseudoisochromatischen Reihen der Xanthokyanopie nicht vor). Endlich, dass die Reihe 4 für isochromatisch gehalten wird, rührt nicht daher, weil die blaugrünen und Purpurmuster grau (4 G) erscheinen (was nicht unmöglich wäre), sondern weil das Grau (4 G) bläulich ist, daher die ganze Reihe als blaue Reihe gekennzeichnet wird.

Es soll hier auch gleich bemerkt werden, dass von jenen Autoren, welche die Xanthokyanopie als Grünblindheit und als Rothblindheit trennen, Reihe 3 und 4 als die Verweehslungsreihen der Grün-, Reihe 5, 6, 7, 9 als jene der Rothblinden angesehen werden. Unser Xanthokyanops sieht aber alle diese Reihen gleichfarbig.

In practisch vollkommenerer Weise würde die Probe Daae's so angestellt, dass man die Tafel in ihre 10 Horizontalreihen zerschneidet und nun den zu Prüfenden auffordert, die gleichfarbigen Reihen herauszusuchen, dann aber die gleichfarbigen Reihen wieder zu sortiren. So erhält man neben den ungleichfarbigen Reihen gleichfarbige gelbe (braune) und gleichfarbige blaue Reihen. v. Reuss hat die Reihen auf gesonderte Täfelchen sticken lassen und namentlich die der gleichfarbigen vermehrt. Wir werden hören, wie mit Hilfe solcher passend hergestellter Täfelchen ein treffliches Mittel der Diagnose geliefert wird.

b) Pseudoisochromatische Wollrollen.

Donders (28. Dezember 1878) lässt durch Roth- und Grünblinde je das „Wollenpaar“ heraussuchen, das identisch erscheint, und gelangt so auf demselben Wege wie Daae zur Sammlung von Proben für Farbenblinde, nur mit dem Unterschiede, dass Daae in seiner Tafel drei gelbe Verwechslungsfarben: roth, grün, braun, und drei blaue Verwechslungsfarben: purpur, blau, violett zusammenstellt. Jedes der pseudoisochromatischen Paare wird auf ein Holzbrettchen aufgerollt, so dass eine der Farben den Grund bildet, während die andere nur unter der Form von zwei oder mehreren, aus je zwei Wollfäden zusammengesetzten Streifen auf dem farbigen Grunde erscheint. „Derjenige, welcher auf einer dieser Proben die Zahl der Streifen nicht anzugeben und zu zählen vermag, hat einen mangelhaften Farbensinn“. In dieser Art sind jedoch derartige Proben nur in sehr mühseliger Weise oder gar nicht zu verwenden, da, wie ja Donders natürlich auch weiss, „die Zahl der Streifen“ auch von dem Prototyp eines Gelbblausichtigen „angegeben und gezählt werden kann“ trotz der vollkommensten Gleichheit des Farbentons wegen Ungleichheit der Helligkeit. Es kann sich, wenn man auch eine grosse Zahl nicht blos pseudoisochromatischer, sondern auch gleich hellerscheinender Muster empirisch bestimmt hat, doch ereignen, dass in einem neuen Falle kein Muster sich findet, in dem die Streifen der gleichfarbigen Wolle nicht durch differente Helligkeit erkannt würden — so sehr schwankt (denn darauf führe ich die Erscheinung zurück) für den Farbenblinden das Gewicht der Empfindungen für die durch Strahlen verschiedener Wellenlänge hervorgerufenen Farbeneindrücke.

Dagegen könnten die pseudoisochromatischen Wollrollen Donders' in der Art Verwendung finden, dass man unter die dem Xanthokyanops pseudoisochromatischen Proben auch solche gibt, die wirklich gleichfarbig in zwei verschiedenen Nuancen und solche, die es auch ihm nicht sind; und dass man den Farbenblinden nunmehr anweist, die gleichfarbigen Muster ohne Rücksicht auf etwa differirende Helligkeit herauszusuchen. Man erläutert dies zuerst an einer wirklich gleichfarbigen Rolle. Es ist ein Fehler von Daae's Tafel, dass sie nur Roth und Grün, die der Gelbblausichtige nicht unterscheiden kann, und nicht auch Gelb und Blau, die er unterscheidet, in gleichfarbigen Reihen enthält. Man nimmt also eine Rolle, welche

als Grundfarbe Blau und als Streifen ein helleres Blau oder eine solche, die Gelb auf Gelb in zwei verschiedenen Nuancen enthält. Der Polychromatiker sowohl wie der Dichromatiker mit gelbblauem Spectrum begreift vollkommen, dass es sich um dieselbe Farbe in zwei verschiedenen Nuancen handelt. Das farbentüchtige Auge wird nun die rothen, grünen, blauen, gelben u. s. w. Rollen als gleichfarbig herauslegen, der Gelbblausichtige aber mit der grössten Gemüthsruhe ausserdem noch Rollen als gleichfarbig heraussuchen, die Roth auf Braun, Grün auf Braun, Roth auf Grün, Blau auf Violett, Rosa (Purpur) auf Blau, Rosa (Purpur) auf Violett, Rosa auf Blaugrün, auch vielleicht Rosa oder Blaugrün auf Grau und vice versa gewickelt sind. Er wird dagegen Rollen bei Seite liegen lassen, in welchen eine gelbe Farbe (Roth, Orange, Gelb, Grün) über eine blaue (Blau, Violett) hinzieht.

c) Pseudoisochromatische Pulverproben.

Statt verschiedenfarbiger Wollen, die auf Streifen neben einander stehen, oder auf Rollen über einander gewickelt werden, kann man auch pseudoisochromatische Pulverproben zusammensetzen. Sie haben vor den Wollobjecten den sofort greifbaren Vortheil, dass sie nicht wie letztere durch Abnützung zu Grunde gehen, andererseits bei längerer Nichtbenützung nicht ein Raub der Motten werden, wie dies den Wollen passiren kann. Das Princip dieser Pulverproben liegt darin, dass man in einzelnen Gläschen einerseits Pulver gleicher Farbe, jedoch in zwei Nuancen über einander schichtet, andererseits verschiedenfarbige nimmt und dabei die Verwechslungsfarben berücksichtigt. Es enthält also eine Sammlung solcher Proben Gläschen mit: zwei Blau; zwei Gelb; zwei Roth; zwei Grün; Roth und Braun; Carmin und Braun; Grün und Braun; Roth und Grün; Blau und Violett; Rosa und Violett; Blaugrün und Rosa; Blaugrün, sowie Rosa und Grau; dann noch Combinationen von Roth, Orange, Gelb und Grün einerseits mit Blau und Violett andererseits. Welche Pulver hierzu zu wählen sind, darüber werden wir später sprechen. Analog der Prüfung mit den Wollrollen wird der zu Prüfende belehrt, dass sich in den Gläsern gleich- und ungleichfarbige Pulver befinden, und wird die Gleichartigkeit an den Gläsern mit zwei blauen, gelben, rothen, grünen Pulvern demonstrirt. Aufgefordert, die Gläser mit zwei gleichfarbigen, wenn auch vielleicht ungleich hellen Pulvern heraus-

zusuchen, wird sich der Xanthokyanops durch die bekannten Verwechslungen ungemein rasch verrathen.

d) Pseudoisochromatische Farbenfelder.

Man kann die Verwechslungsfarben malen lassen. Holmgren hat als Leitfaden für den Prüfer eine Verwechslungstafel publicirt, welche als Probe- oder Musterfarben Lichtgrün, Purpur, Roth enthält; als Verwechslungsfarben für Lichtgrün: Graugrün, Braun, Gelblich, Fleischfarbe (Weisslichroth), Rothgrau; für Purpur einerseits Dunkelblau und Violett, andererseits Grau und Grün; für Roth einerseits ein dunkleres, andererseits ein helleres Grün und Braun.

Herr X. erklärt das Lichtgrün der ersten Probe mit den fünf Verwechslungsfarben identisch. Das Purpur der zweiten Probe ist Blaugrau, wogegen die Verwechslungsfarben Dunkelblau und Violett als „Hochblau" bezeichnet werden. Das Grau ist dem Purpur identisch (wiederum nicht etwa, weil Purpur grau erscheint, sondern weil das Grau Blaugrau ist); Grün hingegen ist bräunlich. Das Roth der dritten Probe ist mit den Verwechslungsfarben identisch, die Farbe ist Braun. Der Helligkeit nach folgen: als dunkelstes Braun: Roth und Dunkelbraun, heller ist Dunkelgrün, noch heller das lichtere Braun, am hellsten das lichtere Grün.

Stilling hat die entsprechenden Verwechslungsfarben zum Theile von einem farbenblinden Maler herstellen lassen. Zuerst (1878, Prüfung des Farbensinns) hat er für den Rothgrünblinden in an einanderstossenden Quadraten dargestellt: 1. Dunkelroth und Dunkelbraun; 2. Rothbraun und Dunkelgrün; 3. Grün und Braun; und ausserdem noch 4. eine Probe mit drei Quadraten: Grüngrau, Grün, Dunkelviolett. Diese letztere hat Stilling später (1879, Knapp's Archiv VIII, 1) weggelassen, dafür eine Verwechslungsreihe Blaugrün, Grau, Purpur gegeben.

Herr X. erklärt die Proben 1, 2, 3 der erstgenannten Tafel für gleichfarbig: Braun; 1 enthält zwei vollkommen identische Quadrate; in 2 und ebenso in 3 ist das eine Braun (beidemal das factische Grün) lichter. Die Reihe Blaugrün, Grau, Purpur ist Grau, doch ist nur Grau wirklich Grau, während Blaugrün Gelblichgrau und Purpur Bläulichgrau erscheint.

Wenngleich durch die Erklärung, dass das brennende Roth

auf Holmgren's Tafel in Ton und Nuance identisch ist mit der Verwechslungsfarbe Braun und auch identisch mit dem Dunkelgrün der Xanthokyanops sich unwiderleglich documentirt und jede weitere Prüfung überflüssig erscheint, so wird man doch, um unzweifelhafte Resultate zu bekommen, auch diese pseudoisochromatischen Farbenproben, falls man sie zur Diagnose verwenden will, so anstellen, dass man farbige Papiere (oder Stoffe) etwa in quadratischen Stücken je zwei und zwei nach den früher besprochenen Principien auf einzelne Blätter aufklebt, und dann ebenso verfährt, wie mit den Rollen oder den Pulvern.

e) Pseudoisochromatische Zeichentafeln.

Um dem Farbenblinden, so zu sagen, jeden activen Einfluss auf das Maskiren seines Fehlers zu benehmen, hat Stilling auf eine Grundfarbe Buchstaben oder Zeichen in der Verwechslungsfarbe drucken lassen. Wer die Buchstaben nicht lesen, die Zeichen nicht erkennen kann, ist farbenblind. Stilling hat zuerst (1876, Beiträge zu der Lehre von den Farbenempfindungen) eine Tafel (I) erscheinen lassen, bedruckt mit vier rechteckigen farbigen Feldern, in jedem Felde andersfarbige Buchstaben. Die drei ersten Felder sind zur Entdeckung der Rothgrünblindheit bestimmt: Dunkelgrüner Grund mit rothen Buchstaben; Brauner Grund mit grünen; Rothbrauner mit rothen Buchstaben.

Herr X. erklärt, dass in der That in allen drei Feldern Grund und Buchstaben dieselbe Farbe: Braun haben. Aber in allen drei Feldern werden die Buchstaben prompt gelesen, im ersten Feld, weil sie viel dunkler, im zweiten, weil sie bedeutend lichter sind als der Grund; im dritten endlich, weil sie, wiewohl sie sich weder in Farbe noch in Helligkeit vom Grunde unterscheiden — glänzen; wesshalb sie auch unsichtbar werden, sobald bei einer gewissen Haltung der Tafel der Glanz verschwindet. Das vierte Feld, zur Entdeckung der Gelbblaublindheit bestimmt und grüne Buchstaben auf dunkelviolettem Grunde enthaltend, wird als „Braun auf Indigo", also als verschiedenfarbig bezeichnet.

Stilling hat die Tafeln (II) dann (1877) in der Art verbessert, dass er den Grund aus Quadraten von derselben Farbe, aber verschiedener Helligkeit herstellte und nun die Form des Buchstaben auf diesem Grunde durch andersfarbige, nicht zusammenhängende

Quadrate characterisirte. In dieser Ausgabe: „Die Prüfung des Farbensinns beim Eisenbahn- und Marine-Personal, mit 3 Tafeln“ enthält die erste Tafel vier rothe Buchstaben auf grünem Grund, die zweite vier rothe Buchstaben auf braunem Grund, die dritte ein blaugrünes Kreuz auf violettem und einem violetten Stern auf blaugrünem Grund. Hält man die Tafeln so, dass sie nicht glänzen, so wird das farbentüchtige Auge auch ohne besondere Intelligenz seines Trägers die Tafel 1 leicht entziffern; die Buchstaben auf Tafel 2 sind wirklich schwer zu erkennen, doch schliesslich muss sie der nicht Farbenblinde doch entdecken; auf Tafel 3 werden die verschiedenfarbigen Quadrate herausgefunden werden müssen.

Herr X. sieht zuerst auf der grünen Tafel 1 absolut keinen Buchstaben; dann, bei genauerem Zusehen findet er doch die einzelnen rothen Quadrate wegen differirender Helligkeit heraus, aber immer nur eines nach dem andern; endlich, nach langer Mühe, nennt er alle Buchstaben richtig, erklärt aber gleichzeitig, dass er sie factisch nicht sehe, dass er sie nur aus einer Ecke, einem „Zipfel“ u. s. w., errathen habe. Auf Tafel 2 und 3 wird von Buchstaben und Zeichen absolut Nichts erkannt.

In einer späteren Ausgabe: „Die Prüfung des Farbensinns Neue Folge, 1. Lieferung, 1878“ sind die Tafeln (III) für die Rothgrünblindheit von gelblichem Grunde. Auf diesem ist die eine Verwechslungsfarbe, helleres und dunkleres Braun in lauter isolirten Quadraten aufgetragen, zwischen denen in isolirten rothen Quadraten die Buchstaben oder Zeichen erscheinen. Die erste Tafel enthält die Buchstaben T, L, F, H; die zweite: D, O, E, B. Die Buchstaben der ersten Tafel sind für das Normalauge leichter zu erkennen, als die der zweiten. Herr X. liest sofort die Buchstaben T, L, H der ersten Tafel, „weil sie dunkler sind“; das F erkennt er nicht. Auf der zweiten liest er D, hält O für P, liest auch E und B, erklärt jedoch, dass er die beiden letzten Buchstaben nur errathen habe.

Um Stilling's Princip besser zu verwirklichen, hat sich Cohn (1878) Buchstaben und Ziffern auf pseudoisochromatischem Grunde mit Wolle sticken lassen. Die Farben der Wollen, welche für Grund und Inhalt hier in Betracht kommen, sind uns hinlänglich bekannt, sie werden vollkommen ersichtlich aus den Reihen 3, 4, 5, 6, 7, 9 der Tafel Daae's. Damit aber die Buchstaben und Ziffern wirklich nicht erkannt werden, müssen die beiden Farben

genau dieselbe Helligkeit haben. Cohn macht ferner darauf aufmerksam, dass die Wolle für den Buchstaben dieselbe Stärke haben solle wie für den Grund, sowie dass es, damit nicht Niveauunterschiede die Zeichen kenntlich machen, nöthig sei, die Proben nach dem Sticken gut pressen und plätten zu lassen. Cohn lässt seine Buchstaben und Ziffern mit 2 Centimeter Höhe auf Canevasstücke von 4 Centimeter Seite sticken.

V. Die Wahlproben.

Indem man den zu Prüfenden auffordert, farbige Papiere, Wollen, Pulver zu sortiren oder zu einer ihm vorgelegten Farbe die analogen herauszusuchen, überlässt man es der freien Wahl, uns über den Farbensinn Kunde zu geben. Die Untersuchung mit dem Spectrum, den Metalllinien und den Simultancontrasten ist, sobald man sich nicht auf die Angaben des Geprüften verlässt, sondern diese Angaben durch Wahl farbiger Objecte controlirt, einfach eine Combination der einen mit der anderen Probe.

a) Holmgren's Probe mit farbigen Stickwollen, anzustellen an einer Auswahl von Wollen mit den Grundfarben und zahlreichen Farbentönen, sowie von Nuancen des Grau (für 5,50 Mark zu beziehen durch P. Dörffel, Unter den Linden 46, Berlin). Zuerst wird ein lichtgrünes Wollbündel vorgelegt. Derjenige, welcher zu diesem Muster ausser grünen Wollen eine oder mehrere der früher (pag. 217) erwähnten Verwechslungsfarben, also graugrün, braun, gelblich, fleischfarben, grauroth hinzulegt, ist farbenblind. Da Holmgren Roth- und Grünblindheit unterscheidet, so ist noch festzustellen, ob der Farbenblinde rothblind oder grünblind ist. Dazu wird ein purpurfarbiges Wollbündel (in Daae's Tafel 6c) verwendet. Wer zu Purpur ausser Purpur Blau und Violett legt, ist Rothblind; wer aber ausser Purpur Grün und Grau dazu legt, ist Grünblind. Die dritte Probe, „lediglich Controlprobe", besteht darin, dass man ein lebhaft rothes Wollbündel vorlegt. Der Rothblinde wählt (ausser Roth) Nuancen von Grün und Braun, die dem Normalsehenden dunkler, der Grünblinde Nuancen derselben Farben, die dem Normalsehenden heller erscheinen, als das Proberoth.

Herr X. besteht die Probe in folgender Weise:

Zu Lichtgrün legt er einfach alle gelben Wollen, also rothe,

rothbraune, grüne, braune, da alle diese Wollen wie die Musterfarbe Nuancen von Gelb sind. In Betreff der rothen Wollen macht er die interessante Angabe, dass er ganz gut wisse, dass diese Wollen roth seien, wie wohl sie dieselbe gelbe Farbe wie die anderen Wollen hätten, aber er erkenne sie an der Eigenheit des Materials, indem alle rothen Wollen stärker glänzen, als die anderen.

Zu Purpur legt er drei andere Purpur, aber auch Violett und Blaugrün.

Die Probe mit Roth weist er zurück, da es ja dieselbe Probe wie mit Lichtgrün sei und er doch wieder nur die gelben Wollen zusammenlegen könne.

Holmgren sagt: Der Rothblinde verwechselt Purpur mit Blau und Violett, ein Farbenblinder aber, „welcher Purpur mit Grau oder Grün (Blaugrün) oder beide verwechselt, ist grünblind, er mag sich sonst verhalten wie er will". Da Herr X. Purpur mit Violett, verwechselt, wäre er eigentlich rothblind; da er aber Purpur auch mit einem gewissen Blaugrün verwechselt (was er ja selbstverständlich thun muss, da Purpur und Blaugrün für ihn dieselben Farben, einerseits Blau, andererseits Gelb enthalten), so ist er nach Holmgren doch nicht rothblind, sondern grünblind, „weil es gleichgiltig ist, wie er sich sonst verhält".

Cohn betrachtet die „Lichtgrünprobe" als überflüssig, empfiehlt dagegen die „Purpur"probe als vortrefflich zur Voruntersuchung. Purpur enthält Roth und Blau; der Rothgrünblinde wird nur das Blau, der Gelbblaublinde nur das Roth sehen und so durch diese Vorprobe schon die verschiedene Art der Farbenblindheit entdeckt werden. Das ist nun allerdings theoretisch unrichtig, da der Rothgrünblinde, der ja bei unverkürztem Spectrum für Roth nicht blind ist, das Purpur ebenso Roth (Gelb) sehen kann, wie der Gelbblaublinde, der das Blau im Purpur Roth sieht.

b) Zur eigentlichen Wahlprobe bedient sich Cohn nicht der farbigen Wollen, sondern „unveränderlicher farbiger Pulver, deren Ton und Nuance immer wieder aller Orten unter dem bestimmten Namen gekauft werden kann, und die in Fläschchen von rechteckigem Durchschnitt aufzubewahren sind". Cohn hat sich hierbei nicht an die Farben gehalten, die Helmholtz als den Spectralfarben entsprechend angegeben hat. Man kann seine Proben der Farbe nach eintheilen, wie folgt:

Rosa: Krapprosa,
Purpur: Purpurlack, Cochenillecarmin,
Roth: Zinnober
(es sei hier bemerkt, dass nach Brücke nicht Zinnober, sondern Cochenillecarmin Repräsentant des spectralen Roth ist),
Orange: Mennige,
Goldgelb: Chromgelb,
Grün: Schweinfurter Grün,
Graugrün: Chromgrün,
Blau mit einem Stich in's Grüne: Bergblau,
Blau: Kobaltblau,
Schwarzblau: Indigo,
Lichtviolett: Ultramarinviolett,
Dunkelbraun: Kasseler Braun,
Weiss: Bleiweiss,
Grau und zwar:

a) Hellgrau: 100 Theile weisse Schlemmkreide (Weiss),
3 Theile Ebur ustum (Schwarz),
1 Theil Eisenoxyd (Roth),
1 Theil Ultramarin (Blau),
b) Mittelgrau: 75 Theile Kreide,
das Uebrige unverändert,
c) Dunkelgrau: 50 Theile Kreide,
das Uebrige unverändert,

Schwarz: Pariser Schwarz (Knochenkohle).

Unter den angeführten Namen sind all' diese Farbstoffe in jeder Farbwaarenhandlung käuflich, nur die drei verschiedenen Grau liess Cohn in der Droguenhandlung von J. Hutstein, Schuhbrücke 54, Breslau (woselbst auch die Collection für 3 Mark zu haben), in den angegebenen Mischungen herstellen.

Von jeder Farbe enthält die Sammlung zwei Fläschchen. Cohn stellt die Probe so an, dass jede einzelne Farbe vorgelegt und der zu Prüfende angegangen wird, den Namen der Farbe zu nennen und die gleichfarbigen Pulver aus der Sammlung herauszusuchen.

Herr X. gibt folgenden Bescheid. Zunächst war es wichtig zu hören, was er von den drei Grau halte, da ja doch auf die Verwechslung der Farben mit Grau so viel Werth gelegt wird. Da belehrt uns denn der „Farbenblinde", dass das hellste Grau bläulich-

grau, das dunkelste hingegen gelblichgrau sei, also eine ganz entgegengesetzte Farbe habe, und dass nur das mittlere Grau allenfalls für Neutralgrau angesehen werden könnte. Er erkennt das Weiss und Schwarz. Alle übrigen Farben sind gelb oder blau.

Er bezeichnet: Purpurlack als Dunkelbraun,
Kasseler Braun als Braun, } vollkommen identisch,
Carmin als Braun, }
Zinnober }
Mennige } als gelbe Farbe,
Schweinfurter Grün }
Chromgrün als Gelbgrau,
Chromgelb als das einzige reine Gelb.

Es ist natürlich ganz gleichgiltig, welche von diesen Farben man als Musterfarbe wählt; stets werden die anderen gelben Farben dazugelegt. Aber als schöne Abstufungen derselben Farbe mit dem Uebergang in Schwarz werden bezeichnet: Schwarz, Purpurlack, Kasseler Braun, Carmin, Chromgrün, Schweinfurtergrün; eine andere Reihe, auch schön, wenngleich nicht ganz so schön, ist: Chromgelb, Zinnober, Mennige, Kasseler Braun, Carmin, Purpurlack, Schwarz. Im Purpurlack und Cochenillecarmin wird offenbar das Blau vom Roth überwogen, sonst könnten diese Farben nicht als Braun bezeichnet werden.

Dagegen gehört das Krapprosa zu den blauen Farben. Für die blaue Farbenreihe gibt es folgende Abstufung und Bezeichnung:

Weiss wird genannt	Weiss,	
Hellgrau	Bläulichweiss,	fast identisch,
Krapprosa	Bläulichweiss (mit einem Stich mehr in's Blaue)	fast identisch,
Ultramarinviolett	Schön Blau,	
Kobaltblau	Wunderbar Blau,	
Bergblau	Schmutzig Blau,	
Indigo	Dunkelblau.	

Man weiss nicht, was für den Xanthokyanops mehr characteristisch ist, die Sicherheit, mit welcher Carmin, Braun und Grün, oder jene, mit welcher Krapprosa, Ultramarinviolett und Blau als dieselbe Farbe bezeichnet werden. Herr X. lobt übrigens die

farbigen Pulver als Prüfungsmittel sehr gegenüber den Wollen, denn die Gleichheit der Oberfläche nehme bei den farbigen Pulvern jene Behelfe weg, welche die Wollen wegen der Ungleichheit der Oberfläche bei den verschiedenen Farben zulassen. So erkenne er die rothe Wolle sofort, aber für die Röthe eines Pulvers habe er gar keine Anhaltspunkte.

c) Seebeck hat bereits 1837 farbige Papiere zu Wahlproben verwendet, indem er dieselben sortiren liess. Man kann in der That statt Wollen und Pulvern zur Probe z. B. die 72 Farbenkärtchen nehmen, welche Magnus seiner Tafel zur Erziehung des Farbensinns (1879) beigegeben hat. Sie enthalten doppelte Exemplare von Purpur, Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Violett, Braun, Grau in je vier verschiedenen Nuancen. Da die Kärtchen glänzen, muss man den zu Untersuchenden so sehen lassen, dass der Glanz nicht hervortritt. Schon beim Betrachten der Tafel von Magnus kann sich die Farbenblindheit sofort verrathen. Herr X. erklärt Gelb für Gelb, Blau und Violett für Blau. Braun, Roth, Orange sind Braun; dagegen erscheinen Purpur, Grün (offenbar Blaugrün) und Grau: Grau.

VI. Farbige Gläser.

Cohn empfiehlt, die Farbenblinden durch farbige Gläser nach den verwechselten Farben blicken, ebenso die pseudoisochromatischen Buchstaben Stilling's durch farbige Gläser ansehen zu lassen. Diese Versuche haben ein dreifaches Interesse: 1) wird es mit ihrer Hilfe möglich, dem Farbenblinden Behelfe zu geben, durch welche er Farben zu unterscheiden vermag, die er früher zu unterscheiden nicht vermochte; 2) werden Anhaltspunkte gewonnen, um Simulation der Farbenblindheit aufzudecken; 3) führen sie zur Entscheidung der Frage, ob (wie dies in neuerer Zeit behauptet wurde) Farbenblindheit heilbar sei.

Die Wirkung, welche das Betrachten der pseudoisochromatischen Pulver durch ein farbiges Glas für den Xanthokyanops haben muss, ist leicht verständlich. Ich nehme ein rothes und ein grünes Pulver und zwar Carminzinnober und helles Victoriagrün. Die beiden Farben haben, soweit man bei Verschiedenfarbigkeit über Helligkeit urtheilen kann, ungefähr die gleiche Helligkeit. Sehe ich jetzt durch mein rothes Glas nach den Pulvern, so tritt ein gewal-

tiger Unterschied hervor. Roth erscheint fast weiss, Grün fast schwarz (dunkelgrau). Das rothe Glas lässt die gelben und rothen Strahlen des Carminzinnober, aber nicht die grünen des Victoriagrün hindurch. Gesetzt, es würde ein Farbenblinder Carminzinnober und Victoriagrün als die gleichen Farben in gleicher Nuance sehen, könnte dieselben also absolut nicht unterscheiden, so wird er sie doch sofort trennen, sobald er durch ein rothes Glas hindurch sieht, da für sein Auge ein analoger Helligkeitsunterschied auftritt. Andererseits wird Jemand, der behauptet, dass er Carminzinnober und Victoriagrün als die gleiche Farbe sehe und dass er auch bei Vorsetzung eines rothen Glases noch immer keinen Unterschied zwischen den beiden Pulvern finde, als Simulant erkannt sein. Endlich wird uns der Farbenblinde darüber Aufschluss geben können, ob er, durch ein farbiges Medium durchsehend, neue, bisher nicht gekannte Farbenempfindungen gewinne, denn dies müsste der Fall sein, falls, wie Delbeouf behauptet, auf solche Weise die Farbenblindheit geheilt, d. h. ein dichromatisches Spectrum in ein polychromatisches umgewandelt werden könnte.

Herr X. ist erstaunt, welche Aenderung die gelbe Reihe erfährt, wenn er sie durch ein rothes oder gelbes Glas oder durch eine Fuchsinlösung betrachtet, denn Purpurlack und Carmin, früher so ähnlich, scheiden sich jetzt deutlich als „Braun“ und „Ockergelb“; und Kasseler Braun und Carmin, früher ganz identisch, sind jetzt mächtig differirend, indem Carmin viel heller erscheint, so hell wie Mennige ohne Glas. Braun und Grün sind sehr dunkel, Roth und Gelb heller.

Die blaue Reihe erfährt durch das (dunkel) rothe Glas einen qualitativen Unterschied, denn Rosa erscheint jetzt schwefelgelb, die anderen Farben dunkel. Durch das gelbe (lichtere) Glas ist Rosa: Gelb, Ultramarinviolett: Kaffeefarben (Braun), die anderen bläulich.

Weder durch das rothe, noch durch das gelbe, ebensowenig durch grüne und blaue Gläser, auch nicht durch farbige Lösungen (Fuchsin, Nickelchlorür, Kupferoxydammoniak) erhält Herr X. eine neue Farbenempfindung.

Wenn man die pseudoisochromatischen Tafeln Stilling's durch bestimmte farbige Gläser ansieht, so treten in Folge analoger Veränderungen die Buchstaben deutlicher hervor, indem sie entweder heller oder dunkler werden als der Grund. Sehe ich z. B. durch ein rothes Glas nach den rothen Buchstaben auf gelblichem Grunde

(III, pag. 219), so werden die Buchstaben weiss und werden also auffallend kenntlich durch die Lücken im dunklen Felde. Viel schöner treten sie jedoch für mich hervor, wenn ich durch ein grünes Glas hindurchsehe, denn nun sind die Lettern dunkel auf hellem Grunde.

Herr X. erkennt durch ein rothes Glas die dritte Reihe I (Roth auf Rothbraun, pag. 218), die er, wenn die Buchstaben nicht glänzen, absolut nicht sieht. In II liest er durch ein rothes Glas sowohl die rothen Buchstaben auf grünem, wie auf braunem Grunde, ebenso in III die rothen auf gelbem Grunde. Er zieht das Hellwerden der Buchstaben durch ein rothes Glas dem Dunkelwerden durch ein grünes vor.

Wenn Cohn ausspricht, dass jeder Farbenblinde, der die Stilling'schen Tafeln (vor Allem III) durch ein rothes Glas nicht erkennen zu können erklärt, Simulant sei, so stimme ich ihm hierin vollkommen bei.

VII. Sehschärfe für farbige Buchstaben.

Snellen hat der englischen Ausgabe seiner Probebuchstaben eine Tafel mit fünf farbigen Reihen auf schwarzem Grunde beigegeben. Die Lettern haben die Höhe jener, welche Snellen später mit 6 Meter bezeichnet hat. Die Reihen haben die Farben: Purpur (Rosa), Gelb, Grün, Blau, Grau. Nur Gelb wird auf die gleiche Entfernung erkannt, wie Schwarz auf Weiss, die anderen Reihen aber erst in grösserer Nähe, und zwar auf 5 Meter Abstand, falls die gelben auf 6 Meter gelesen werden. Dabei ist es sehr frappant, dass die blauen Buchstaben aus der Entfernung grün erscheinen und erst bei stärkerer Annäherung auf 6 Meter bläulich zu werden beginnen.

Herr X. hält die Buchstabenreihen: Rosa für Grau, Gelb für Gelb, Grün für Braun, Blau für Blau, Grau für Gelbgrau. Er liest (mit $V^6/_6$) die rosafarbenen auf 4, die gelben auf 7, die grünen auf $5^1/_2$, die blauen auf 5, die grauen auf $4^1/_2$ Meter.

Auch Stilling hat (1875) vier Tafeln mit farbigen Lettern: Roth, Grün, Braun (soll Gelb sein) und Blau auf schwarzem Grunde nach Analogie der Snellen'schen Probetafel, also mit Buchstabengrössen, die von einem Auge mit $V^1/_1$ auf 200 bis 20 Fuss gelesen werden sollen, herstellen lassen. Die Ausführung lässt viel zu

wünschen übrig; schon der schwarze Untergrund ist auf allen vier Tafeln verschieden. Ein Auge mit $V^6/_6$ liest die braunen und blauen Buchstaben No. 20 (20 Fuss) auf 6, die rothen und grünen jedoch auf 5 Meter Abstand.

Herr X. erklärt die rothen, braunen und grünen Buchstaben für braun (wobei Roth das dunkelste, Grün das hellste Braun darstellt), die blauen für Blau. Er liest die braunen und blauen auf 5, die grünen auf 4, die rothen auf $2^1/_2$ Meter.

Ehe wir die allgemeinen Regeln für die Diagnose der Xanthokyanopie aufstellen, wollen wir zunächst die übrigen angeborenen Störungen des Farbensinns besprechen.

2) Die Erythrochloropie (Rothgrünsichtigkeit)

(Blaublindheit, Gelbblindheit, Blaugelbblindheit)

(Akyanopsie, Axanthopsie, Akyanoxanthopsie)

würde, wenn sie vorkommt, und eine der Xanthokyanopie analoge Anomalie darstellt, dadurch bedingt werden, dass sowie bei der Xanthokyanopie die Gegenfarben: Roth und Grün dem Gelb coordinirte Nebenfarben geworden sind, nunmehr Gelb und Blau aufgehört haben, Gegenfarben zu sein, dass sie Nebenfarben geworden sind und zwar, soweit man aus den bisherigen Untersuchungen ersehen kann, dem Roth coordinirt. Eine Verkürzung des Spectrums läge demnach ebensowenig im Wesen dieser Anomalie, wie in dem der Gelbblausichtigkeit. Das Spectrum müsste zweifarbig erscheinen, aber dreigetheilt. Die Strahlen, welche im farbentüchtigen Auge die Empfindungen Roth, Orange und Gelb einerseits, Blau und Violett andererseits hervorrufen, werden im Auge des Erythrochlorops die qualitativ gleiche Empfindung des Roth erzeugen, so dass das Sonnenspectrum an beiden Enden in rother, am Orte des Grün in grüner Farbe erscheinen wird. Diese Dreitheilung des dichromatischen Spectrums ist nicht etwa gegen die Zweitheilung des dichromatischen Spectrums des Gelbblausichtigen essentiell verschieden, denn würde im Spectrum an das Violett sich noch Purpur anschliessen, d. h. würden die ultravioletten Strahlen in unserem Auge die Empfindung des Purpur hervorrufen, dann wäre auch das dichromatische Spectrum des Gelbblausichtigen dreitheilig (pag. 209).

Eine solche Form der wahren Erythrochloropie (oder Gelbblaublindheit der gewöhnlichen Terminologie) scheint in der That vorzukommen. Wenigstens hat Stilling (1878, Maiheft des Hirschberg'schen Centralblattes) einen solchen Fall beschrieben. Das Spectrum war unverkürzt. Die Farben waren vom rothen zum violetten Ende im Spectrum des Tageslichts: Roth, Grün, Grau. Wenn man jedoch ein lichtstarkes Spectrum herstellte, wurde Blau und Violett immer als Roth bezeichnet. Auch Cohn hat (1879) fünf Fälle als der reinen Gelbblaublindheit mit unverkürztem Spectrum zugehörig beschrieben. Ich vermag aber aus den confusen Angaben der Untersuchten nichts Bestimmtes zu entnehmen.

Stilling hat ferner und zwar, als er zuerst (1875) die Anomalie beleuchtete, bei den von ihm als Blaugelbblind Bezeichneten eine ganz colossale Verkürzung des violetten Endes des Spectrums bis zur Thalliumlinie, also bis weit in's Grün hinein, gefunden. Er äussert sich (1878) über die in Rede stehende Störung im Allgemeinen, wie folgt: „Blaugelbblindheit (Akyanopsie, Axanthopsie), Das Farbensystem besteht nur aus Roth und Grün, das Spectrum erscheint nur in diesen beiden Tönen, farbige Stoffe erscheinen Grün, Roth oder Grau, je nach dem Mengenverhältniss der reflectirten Lichtstrahlen. Das Spectrum kann so hochgradig verkürzt sein, dass selbst ein Theil der grünen Strahlen nicht einmal eine Lichtempfindung hervorruft. Es kann jedoch auch von normaler Länge sein, und erscheint in diesem Falle das spectrale Blau und Violett roth. Mit Grau identisch erscheint ein in's Grüne spielendes Gelb und ein röthliches Blau, wenn das Spectrum nicht verkürzt ist. Ist dasselbe hochgradig verkürzt, so erscheint auch ein ziemlich intensives Grün und Indigoblau identisch mit dunklem Grau. Im Vergleich zu der Blindheit für Roth und Grün ist die letzte Abart selten und bis jetzt auch noch nicht so genau untersucht worden". Stilling hat die Verwechslungsfarben für Blaugelbblinde auch durch Farbendruck ersichtlich gemacht (1879). Es sind dies Roth und Gelb einerseits, Blau (mit in einem Stich in's Rothe), Gelbgrün, Grau andererseits. Eigentlich ist nur die letzte Verwechslung charakteristisch. Roth und Gelb erscheint auch dem Rothgrünblinden als dieselbe Farbe, nur dass der Letztere beides Gelb, der Gelbblaublinde beides Roth sieht. Für eine identische Farbe erklärt aber der Rothgrünblinde das Stilling'sche Muster doch nicht, sowenig als wir reines Gelb und

Braun für identisch halten. Zuerst (1878) hat Stilling auch ein Feld: Blau, Grün, Schwarz als Verwechslungsfarben des Blaugelbblinden gemalt. Dies kann nur einen Sinn haben für Farbenblinde welcher Art immer mit einem von Violett bis in's Grün verkürztem Spectrum, denn ein Blaugelbblinder kann doch nicht vermöge der Qualität seiner Anomalie die beiden Gegenfarben Grün und Blau i. e. Roth mit einander verwechseln. Auch pseudoisochromatische Buchstaben, zuerst Roth und Gelb, dann Bläulich und Gelblich, hat Stilling für die Erkenntniss der Erythrochloropie herstellen lassen.

Die Verwechslungsfarben werden am deutlichsten ersichtlich aus Daae's Tafel. Hier sind in der letzten Ausgabe die zwei ersten Reihen der Blaugelbblindheit gewidmet. Die erste Reihe enthält: Weissgelb, Grau (Blaugrau), Grau (Gelblichgrau), Rosa, Blau, Orange, Violett; die zweite gelbe, rothe, braune, rosa Farbentöne. Jeder Rothgrünblinde wird mit Entrüstung die Zumuthung zurückweisen, dass er die Farben der ersten Reihe sollte verwechseln können. Die zweite wird der Rothgrünblinde im Allgemeinen auch als nicht isochromatisch bezeichnen, weil ihm 2 B und 2 D (Rosa) in der Regel blau erscheinen werden. Möglich wäre es aber doch, dass er sie für eine „gelbe Farbe" hielte und dann erschiene ihm diese Reihe gleichfarbig.

Die Besprechung der Akyanopsie (Stilling) können wir nicht schliessen, ohne der von Goethe beschriebenen Akyanoblepsie zu gedenken. Jene Anomalie, die Goethe, der darüber entwickelten Anschauung Schiller's sich anschliessend, als Blaublindheit auffasste, ist eine exquisite Anerythroblepsie — Rothgrünblindheit. Die Erscheinungen der letzteren sind nicht bloss in characteristischer Weise beschrieben, sondern es hat Goethe, was sicher interessant ist, in den „Sechszehn Tafeln nebst der Erklärung zur Farbenlehre" (1810) der Erste die Verwechslungsfarben der Rothgrünblinden dargestellt. Da finden sich auf Tafel I, Fig. 8, in farbigen Kreisen und Fig. 2 in concentrischen Ringen sowohl die blauen Verwechslungsfarben: Rosa, Violett und Blau (dieselben, wie sie Reihe 9 der Daae'schen Tafel zeigt) dargestellt, als auch die gelben durch Orange und Grün vertreten. Herr X. erklärt die blauen Farben für Blaugrau, Hell- und Dunkelblau; die gelben für Orange und Braun.

B. Das achromatische Spectrum,

wenn es wirklich ein solches ist, bedingt die vollständige Farbenblindheit. Diese Achromatopie ist von der Dichromatopie principiell verschieden, denn letztere besteht darin, dass durch gefärbtes Licht, wenn überhaupt, so eine farbige Empfindung hervorgerufen wird, nur eine qualitativ andere, wie bei der Polychromatopie, während bei der Achromatopie das farbige Licht überhaupt keine farbige, sondern nur eine schwarzweisse Empfindung erzeugt. Achromatopen sehen demnach die Welt, um ein beliebtes Gleichniss zu wählen, Grau in Grau, wie einen Kupferstich.

Fälle von Achromatopie wurden beschrieben: von Huddart (1777), beobachtet an einem Schuster, Harris, in Mary-Port; von Schopenhauer (1815), dem sein Verleger Hartknoch von einem Herrn v. Zimmermann in Riga berichtete, der „Alles nur weiss, schwarz und in Nuancen von Grau" sah; von d'Hombre-Firmas (1849), der die Anomalie an einem Herrn D. von Anduze beobachtete: Der Unterschied zwischen colorirten und gewöhnlichen Kupferstichen bestand nur darin, dass erstere ein wenig heller wie die letzteren erschienen; von Rose (1860), unter dessen Fällen von Farbenblindheit sich Einer befindet, der hierher zu rechnen wäre, wiewohl Rose selbst (wovon später) die Achromatopie als Monochromatopie auffasst; von Galezowski (1868), dessen Totalfarbenblinder an Nystagmus litt; von Donders (1871), der sein Exemplar mit dem Spectrum prüfte und dabei fand, dass zwischen D und E, ganz nahe an E, also im Grüngelb die grösste Helligkeit sich zeigte und dass nach der rothen Seite hin das Spectrum schnell sehr lichtschwach, nach der violetten anfangs langsam, dann schnell lichtschwach wurde, so dass es bei mässiger Helligkeit nach der violetten Seite viel weniger verkürzt war als nach der rothen; von A. Gräfe (1875), der Mangel allen Farbensinns bei einem 19jährigen Mädchen sah, das während seiner ganzen Kindheit an sehr lebhaftem Nystagmus (der jedoch im Laufe der letzten Jahre bis auf Spuren allmälig verschwunden war) gelitten hatte; von Rählmann (1876), der bei zwei totalfarbenblinden Brüdern das Spectrum als einen (in der Mitte am hellsten) Lichtstreifen fand; von demselben Forscher (1878), der noch zwei Fälle von totaler Farbenblindheit in Verbindung mit Nystagmus hinzufügte. Ueber einen dieser Fälle finden sich auch die Spectralangaben. „Das Spectrum erscheint als Lichtstreifen,

weiss, ist in der Mitte am hellsten. Alle Farben isolirt eingestellt, werden als weiss bezeichnet, grün wird dabei immer „am hellsten" empfunden". Auch ein Bruder der Patientin, der, wie sie, an Nystagmus leidet, vermag nach deren Angabe keine Farben zu unterscheiden.

Endlich hat Cohn (1879) nicht weniger als zwölf Fälle von totaler Farbenblindheit (sonderbar ist seine Angabe, dass „Fälle von totaler Farbenblindheit bisher noch nirgends beschrieben worden sind") bei Untersuchung von Schülern aufzufinden gemeint. Da mir jedoch aus den sonderbaren Angaben der jugendlichen Individuen so viel mit Klarheit hervorzugehen scheint, dass sie Alle, wenngleich die Reihenfolge der Farben im Spectrum von Keinem richtig angegeben wurde, verschiedene Farben im Spectrum sahen, so glaube ich, dass diese Fälle nicht der totalen Farbenblindheit, und vielleicht eher einer hochgradigen quantitativen Schwächung des normalen Farbensinns (wovon später) beizuzählen sind.

In neuester Zeit (1879) hat O. Becker einen Fall von einseitiger totaler Farbenblindheit bekannt gemacht. Während das rechte Auge alle vorgelegten „Farbennuancen" (Farben„töne" in der Sprache dieser Schrift — denn „Nuancen" unterscheidet das farbenblinde Auge stets ebensogut oder besser, wie das farbentüchtige), geradezu mit Virtuosität unterscheidet, sieht das linke Alles nur grau und zwar heller und dunkler grau. Nur Braun erscheint dem Auge „farbig". Alle Schatten beim Schattencontrastversuche (sowie beim Florpapierversuche) sind rein grün; sie unterscheiden sich nur durch ihre „Dunkelheit". Das Spectrum (über dessen Aussehen sonst nichts angegeben ist) ist nicht verkürzt (höchstens ein klein wenig am violetten Ende). Die grösste Helligkeit ist im Gelb, fast genau in der Natriumlinie.

Dem monochromatischen Spectrum, der Monochromatopie, wollen wir keine eigene Ueberschrift widmen. Ich habe schon oben die Rose'sche Ansicht erwähnt, dass die Achromatopen ihren Namen mit Unrecht verdienen, dass sie nämlich nicht nur Hell und Dunkel, sondern dass sie Alles in Einer Farbe sehen; dass man eher sagen kann, dass sie nur Hell- und Dunkel-Gelb unterscheiden und mit diesem Gelb die anderen Farben verwechseln.

Auch Donders, der später zu erörternden Young-Helmholtz'schen Theorie folgend, meint, dass sein Totalfarbenblinder, der ungefähr im Grün des Spectrums die hellste Stelle sah, noch die

durch Grün erregbaren Elemente und diese allein in seiner Netzhaut besass. Der gute Mann sah also eigentlich (da auch vom weissen Licht, das man sich ja aus den verschiedenen Lichtsorten gemengt denkt, nur die grünen Strahlen eine Erregung in der Netzhaut hervorrufen konnten) die ganze Welt spinatfarben. Leider konnte er sich aber, weil er eben Alles mehr oder minder spinatfarben sah, dieser angenehmen Eigenschaft nicht bewusst werden.

Wenn, wie in Becker's Falle, nur Ein Auge farbenblind ist, müsste es unbedingt klar werden, ob die Achromatopen Monochromatopen sind. Becker's Patientin sah alles grau, also achromatisch. Dass sie aber dennoch Braun„farbig" (es ist nicht angegeben, wie?, aber wahrscheinlich braun) und die Schatten grün sah, — das allein beweist, wie viel Unergründetes sich noch in der Farbenlehre findet.

Herabsetzung des Farbensinns

(Dyschromatopie).

Herabsetzung des Farbensinns ist von den bisher abgehandelten Anomalien total verschieden. Die Farbenblindheit ist eine qualitative, die Herabsetzung des Farbensinns eine quantitative Störung des Farbensinns. Das eine ist mit dem andern nicht zu vergleichen. Ich begreife auch nicht, wie man durch Methoden, welche sich mit der quantitativen Bestimmung des Farbensinns befassen, irgend etwas in Betreff der Qualität des Farbenempfindungsvermögens erfahren kann. Allerdings sagt Donders 1877: „Absoluter Mangel des Farbenunterscheidungsvermögens für eine oder andere Farbe kommt sehr selten vor: gesättigte Farben, gut erleuchtet und unter ziemlich grossem Gesichtswinkel gesehen, werden auch von den Meisten derer, die für farbenblind gelten, unterschieden". Dann möchte man glauben, dass die meisten Farbenblinden überhaupt wissen müssten, was Grün und Roth ist, denn wahrlich Grün und Roth unter hinlänglich grossen Gesichtswinkeln bei guter Beleuchtung zu sehen, hatten sie wohl alle Gelegenheit. Eine solche Anschauung, qualitative Störungen im Allgemeinen auf quantitative zurückführen zu wollen, hat sicherlich keine Berechtigung. Die Polychromatopie ist von der Dichromatopie essentiell verschieden und man kann höchstens untersuchen, ob der Farbensinn bei der Polychromatopie einerseits, bei

der Dichromatopie andererseits normal oder herabgesetzt ist, ob also bei Polychromatopie einerseits, bei Dichromatopie andererseits Euchromatopie oder Dyschromatopie besteht. Den Ausdruck Dyschromatopie, welcher bisher für die qualitativen Störungen des Farbensinns gebraucht wurde, beschränke ich demnach (mit Landolt) auf die quantitativen Störungen.

Was die quantitative Bestimmung des Farbensinns anlangt, so gibt es, wenn man die Höhe des Farbensinns in der Art messen will, dass man den Gesichtswinkel sucht, unter welchem noch farbige Objecte in ihrer Farbe erkannt werden, ebensowenig eine Grenze für die Kleinheit dieses Gesichtswinkels, als es eine solche Grenze gibt, wenn wir den Raumsinn messen wollten durch den kleinsten Gesichtswinkel, unter welchem ein leuchtendes Object noch gesehen wird (pag. 128). Es kommt nur auf die Lichtstärke der Farbe an. In der That sehen wir ja einzelne Fixsterne, die uns unter einem unmessbar kleinen Gesichtswinkel erscheinen, farbig.

Für terrestrische Versuchsobjecte wurden von den Physiologen manche diesbezügliche Versuche angestellt; für die quantitative Bestimmung des Farbensinns hat Donders angegeben, dass man trotz mancher Schwankungen als allgemeine Regel annehmen könne, dass runde Stücke Blumenpapiers in hellen gesättigten Farben auf schwarzem Sammetgrunde unter guter Beleuchtung im auffallenden Licht bei einem Durchmesser von 1 Millimeter von einem Auge mit normaler Sehschärfe auf einen Abstand von 5 Metern erkannt werden. Für durchfallendes Licht hat Donders farbige Gläser benutzt, die von rückwärts durch eine in einem bestimmten Abstande befindliche Normalkerze beleuchtet und mit einem Durchmesser von 1 Millimeter dem zu prüfenden Auge dargeboten werden. Eine Herabsetzung des Farbensinns wird gefunden, wenn ein Auge sich der Farbe stärker als ein Normalauge nähern muss, und der Grad der quantitativen Farbensinnstörung drückt sich in der Verminderung des Normalabstandes aus.

Die Forderung von Donders, dass ein Auge alle Farben von 1 Millimeter Durchmesser unter den angegebenen Bedingungen auf 5 Meter erkennen solle, ist sicherlich eine viel zu hohe. Dor, Ad. Weber und Cohn, die sich mit der gleichen Frage beschäftigten, sind zu folgenden Resultaten gelangt. Nach Dor soll man bei Tageslicht auf 5 Meter Abstand Roth bei einem Durchmesser von 3, Grün bei einem solchen von 2, Gelb bei $2^1/_2$, Blau hingegen erst bei 8 Millimeter

Diameter erkennen; Dor hat auch nach diesen Grundsätzen Tafeln zur quantitativen Bestimmung des Farbensinns anfertigen lassen. Der Apparat Ad. Weber's (zu beziehen von Ehrhardt & Metzger in Darmstadt), den Cohn Chromoptometer nennen möchte, wird so verwendet. Das Fenster des Untersuchungszimmers hat ein Vorfenster aus mattem Glas. Die dem Fenster gegenüberliegende Wand ist mit schwarzem Stoff überzogen. Auf diesem schwarzen Grunde wird die Farbentafel angebracht. Auf schwarzem Sammet finden sich die farbigen Papiere: Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Violett und Grau in Reihen. Die gleichwerthigen Durchmesser der Farben sind in jeder Reihe so gewählt, dass sie auf die ersichtlich gemachte Distanz von dem Normalauge erkannt werden. Damit jede Farbe dem Beobachter isolirt dargeboten werde, kann man mit Hilfe eines mit einem Loch versehenen Schiebers alle Farben bis auf die gewünschte verdecken. Um sich vor seitlichem Lichteinfall zu schützen, blickt man durch einen dem Gesicht sich genau anlegenden innen geschwärzten Kasten nach der Farbentafel. Für abgedämpftes Tageslicht setzt Weber auf 5 Meter Abstand die Durchmesser von Roth und Grün wie Dor, auf 3 und 2 Millimeter; für Gelb nimmt er den doppelten Durchmesser wie Dor, nämlich 5, und ebenso auch für Blau 5 Millimeter (gegen die 8 Millimeter Dor's). Cohn fand bei seinen Untersuchungen mit dem Weber'schen Chromoptometer, dass selbst bei mittelmässigem Tageslicht der dritte Theil der von ihm untersuchten Augen Roth auf grössere Distanz erkannte, als es nach Weber sein sollte; dass jedoch für Grün das entgegengesetzte der Fall war, indem der Grünsinn der meisten Augen sich kleiner ergab, als nach dem Weber'schen Maass. Dasselbe war für Blau der Fall; bei Gelb verhielt sich die Sache jedoch entgegengesetzt, sie verhielt sich wie bei Roth. Cohn prüfte auch den Einfluss des Gas-, sowie jenen des electrischen Lichtes auf das Farbenunterscheidungsvermögen. Er fand, dass Gaslicht die „Sehschärfe" für Roth, Grün, Gelb und Blau meist vergrössert, wenn dieselbe bei Tage < 1, dieselbe dagegen verringert, falls sie bei Tage > 1. Er fand ferner, dass das electrische Licht fast stets den Farbensinn gegenüber dem Tageslicht bessert und zwar am meisten den Rothsinn, der nach Cohn's Auffassung in einem Falle auf das Sechsfache stieg, dann den Gelbsinn, weniger den Grün- und Blausinn.

Cohn untersuchte auch die Grösse des Farbenempfindungsvermögens bei einem Rothgrünblinden und fand, dass nicht bloss dessen

Gelb- und Blausinn durch electrisches Licht gegenüber dem Tageslicht gebessert wurde, sondern dass auch eine Verbesserung der „Sehschärfe“ betreffs der Erkennung von Roth und Grün als einer Farbe („wahrscheinlich Gelb“, wie Cohn sagt — sicher Gelb, wie ich hinzufüge) eintrat.

Die Untersuchungen über das Farbenunterscheidungsvermögen sind gewiss physiologisch sehr interessant; practisch haben sie, wenn nicht ganz gewaltige Herabsetzungen des „Farbensinns“ da sind, keine Bedeutung. Dies erhellt schon aus dem überraschenden Umstande, welch' ungeheure Verschiedenheit in dem Erkennen der einzelnen Pigmentfarben besteht und wie das Urtheil über die Farbe in gewissen Abständen von den farbigen Objecten schwankt. Die physiologischen Resultate schwanken; um die Grenzen zu gewinnen, ist es gewiss wichtig, die günstigsten Verhältnisse für die Versuche herzustellen; für practische Zwecke jedoch, bei denen es sich nur um vergleichende Resultate handelt, ist dies nicht nöthig. Nur freilich muss man, da die Pigmentfarben nicht rein sind, wenigstens trachten, recht grelle (reine, gesättigte, lichtstarke) Farben zu den Versuchen zu wählen. Ich stelle die Probeobjecte aus farbigen Wollen her, indem ich einen Wollfaden von 5 Millimeter Länge auf Pappendeckel horizontal klebe und mit diesem Faden parallel so viele Fäden derselben Farbe, bis ein Quadrat von 5 Millimeter Seite fertig ist. Dieses farbige Quadrat wird auf einem schwarzen Sammetfleck und dieser wieder auf einem grossen Bogen schwarzen Papiers befestigt. Auf 15 Meter Abstand sehe ich bei guter Tagesbeleuchtung das gelbe Quadrat bereits gelblich. Blau sehe ich farbig bei 12 Meter Distanz, allein ich sehe es nicht blau, sondern grün und zwar bei weiterer Annäherung als ein sehr gesättigtes Grün. Erst bei der erstaunlich geringen Distanz von 3 Meter wird das Quadrat (von dem ich noch dazu weiss, dass es blau ist) blau. Roth erscheint farbig bei 15 Meter Abstand und zwar bald gelb bald roth; roth wird es erst in einer Distanz von 11 Meter. Grün endlich erscheint farbig und zwar grün bei ca. 11 Meter Abstand. Man sieht, welch' grosse Schwankungen in dem Erkennen von Pigmentfarben existiren. Trotzdem wird man sich im practischen Leben gar nicht bewusst, wie schwer man Blau im Vergleiche zu Gelb auffasst.

Als Beweis dafür, dass „Farbenblindheit“ und quantitative Störung des Farbensinns essentiell verschiedene Dinge sind, also dass auch ein Dichromatop euchromatopisch sein kann, diene

der Befund an Herrn X. Auf 15 Meter Abstand erkennt er sofort das Gelb. Blau sieht er schon in 14 Meter Abstand farbig und zwar Gelb (meinem Grün entsprechend); blau wird es erst in grosser Nähe, ungefähr dort, wo es auch mir Blau erscheint. Roth erscheint auf 10 Meter Abstand farbig, gelb und bleibt bei der Annäherung gelb. Grün endlich erscheint bei 10 Meter bläulich und erst bei 2½ Meter braun. Von einer wesentlichen quantitativen Störung des Farbensinns kann daher bei diesem Farbenblinden nicht die Rede sein. Natürlich, falls man ein Roth nehmen würde, für welches Herr X. mit seinem verkürzten Spectrum im Tageslichte blind ist, dann wäre die quantitative Störung für Roth unendlich gross. Es darf uns auch nicht Wunder nehmen, wenn Herr X. die dunkelrothen Buchstaben Stilling's nur auf 2½ Meter (pag. 227) erkennt. Gewisse rothe Buchstaben würde er vom schwarzen Grunde gar nicht unterscheiden.

Eine quantitative Störung des Farbensinns wird erst dann von Bedeutung, wenn die Farbe kleiner farbiger Quadrate von 5 bis 1 Millimeter Seite in der gewöhnlichen Arbeitsdistanz nicht mehr erkannt wird. Es ist für solche Proben begreiflicher Weise nicht vom Vortheil, die günstigsten Bedingungen zu setzen. Statt farbiger Wollquadrate auf schwarzem Sammetgrunde bediene ich mich daher zu diesen Proben farbiger Papierquadrate auf schwarzem nicht glänzenden Papiergrunde. Besonders bei erworbenen Farbenstörungen kann man constatiren, wie Jemand, der an grossen Papierstücken oder an Wollbündeln die Farbe noch zu erkennen vermag, die kleinen Quadrate nicht mehr in der richtigen Farbe sieht.

Nachdem wir eine Reihe von Methoden zur Bestimmung der qualitativen Farbenstörungen kennen gelernt und auch die Prüfung der quantitativen Störungen des Farbensinns besprochen, bleibt uns noch übrig, Kritik zu üben und jene Methode zu bezeichnen, durch welche die Störungen am leichtesten erkannt und auch etwaige Simulation von Farbenblindheit am sichersten entlarvt wird. Der intelligente Farbenblinde, den nur das wissenschaftliche Interesse leitet, wird sich enthüllen, mag man welche der genannten Methoden immer in Anwendung ziehen. Wir müssen aber einerseits auf nicht erwachsene und nicht intelligente Individuen Rücksicht nehmen, andererseits bedenken, dass die Farbenblinden häufig aus Scham, indem sie ihr Gebrechen nicht eingestehen wollen, zumeist aus wohlbegründetem Eigennutz zu dissimuliren versuchen. Kein Geschäftsmann, der mit Farbstoffen, Modewaaren u. s. w. handelt, kein Che-

miker, Maler, Tapezierer, Decorateur, Schneider u. s. w. wird seine Farbenblindheit eingestehen wollen. Vor allem aber hat das Eisenbahn- und Marine-Personal allen Grund, den Fehler zu verheimlichen, denn das nicht Kennen der Signalfarben macht zum Dienste untauglich. Roth und Grün sind die wesentlichen Signalfarben. Es ist eine fast unglaubliche, für die Civilisation unseres Jahrhunderts tief beschämende Thatsache, dass nachdem die relative Häufigkeit der Rothgrünblindheit einmal erkannt war, nicht die Menschen, sondern die Signalfarben in Ehren erhalten wurden und die ersteren den letzteren weichen mussten. Nur die Amerikaner scheinen eingesehen zu haben, dass nicht bloss die Sicherheit von Millionen Reisender, sondern dass auch der einzelne Mensch höher stehe als ein Stück Glas. Sie haben die Signalfarben geändert. Um die Rothgrünblindheit im genannten Dienste unschädlich zu machen, braucht man sogar nur Eine Signalfarbe zu ändern, indem man statt Roth oder Grün Blau nimmt. Roth oder Grün verwechselt kein Xanthokyanops mit Blau — auf Distanzen, auf welche es der Polychromatops unterscheidet. Die Anwendung gelber und blauer Gläser kann keinem Anstande unterliegen, denn wenngleich es sehr schwer ist, reingelbes Glas zu erhalten, so hat dies doch nicht die geringste Bedeutung. Von Blau wird es vom Farbentüchtigen immer unterschieden und für den Xanthokyanops ist es gleichgiltig, ob das gelbe Glas rothgelb oder grüngelb ist, für ihn bleibt es immer gelb.

Es ist in jedem Falle misslich, sich darauf zu verlassen, wie der Untersuchte die Farben im Spectrum, der Mettalllinien und des Radde'schen Index nennt, ebenso darauf, welchen Namen er der Contrastfarbe bei den Simultancontrastversuchen beilegt. Wenn man die Farben durch Wollen u. s. w. nachlegen lässt, dann enthüllt sich freilich die Farbenblindheit, aber dann sind diese Versuche ganz überflüssig, indem wir lieber gleich eine Wahlprobe vornehmen. Wir erfahren ja doch dabei nicht, wie der Untersuchte die Spectral- und Contrastfarben sieht, sondern allenfalls nur, welche Farben er verwechselt. Es sei hier bemerkt, dass wenn man wissen will, wie der als Xanthokyanops Erkannte die Farben sieht, man ihm die Streifen 7, 19 und 31 des Radde'schen Index, welche alle Nuancen des Gelb, Blau und Grau enthalten, oder analog abgestufte Reihen gelber, blauer und grauer Wollen, Papiere, Pulver vorlegen muss. Dann wird der Xanthokyanops in der Lage sein, anzugeben, wie er die Farben wirklich sieht; dann werden auch wir in die Lage kommen zu erfahren, wie der Farbenblinde die Farben sieht.

Was die Wahlproben selbst anlangt, so sind sie entschieden noch zu schwerfällig. Bei den Wollen hat der Farbenblinde noch dazu allerhand Anhaltspunkte; Pulver sind vorzuziehen. Ich glaube, dass den pseudoisochromatischen Proben der erste Rang gebührt, und ich glaube nicht zu viel zu sagen, wenn ich erkläre, dass dieselben, in zweckmässiger Weise modificirt, in kurzer Zeit alle anderen verdrängt haben werden. Freilich, die pseudoisochromatischen Buchstaben sind es nicht, denen die Zukunft gehört. Wiewohl ihr Princip ein richtiges ist und wiewohl ich selbst erfahren habe, dass beginnende pathologische Farbenblindheit sich zuerst dadurch kundgeben kann, dass einzelne Stilling'sche Tafeln nicht mehr gelesen werden, muss doch festgehalten werden, dass es wegen der Verschiedenheiten im Gewichte der farbigen Empfindungen bei den einzelnen Farbenblinden nicht möglich ist, solche Farbentafeln zu construiren, die von keinem der in eine bestimmte Kategorie von Farbenblindheit Gehörenden gelesen würden — ganz abgesehen von der Intelligenz, die zum Lesen der Buchstaben, selbst zum Erkennen der Zeichen nöthig ist. Durch das Sticken der Buchstaben auf andersfarbigen Grund wird die Sache nicht besser. Ich hätte nicht den Muth aus dem Umstande, dass ein Individuum einen oder anderen der Buchstaben, falls die beiden Farben nicht stark contrastiren, nicht liest, die Farbenblindheit für unzweifelhaft zu erklären.

Buchstaben und Zeichen sind ja aber auch für solche Proben ganz überflüssig. Wenn man die pseudoisochromatischen Proben so einrichtet, dass Differenzen der Helligkeit dem Untersuchten keinen Anhaltspunkt liefern, dann erfüllen sie ihren Zweck jedesmal. Wie dies zu machen ist, wurde früher (pag. 215) bei Besprechung der Donders'schen Wollrollen angegeben. Die Wollrollen sind jedoch nicht die bequemste Form für diese Proben. Bleibt man bei Wolle, so lässt man nach dem Princip Daae's auf einzelne Täfelchen (v. Reuss) die Wollmuster in folgender Form, Wahl und Zahl befestigen.

Jedes Täfelchen enthält 10 verticale Wollfäden von je zwei Centimeter Länge, sämmtlich in gleichem, geringem Abstand von einander stehend. Die Farben sind nach Daae's Tafel angegeben, so dass Jedermann mit Hilfe dieser Tafel sich die Proben herstellen kann. Der isochromatischen Täfelchen gibt es 8 und zwar:

No. 1 . . Sämmtliche 10 Streifen Roth in gleicher Nuance (5 F),
» 2 . . » 10 » Grün » » » (5 A),
» 3 . . » 10 » Blau » » » (1 E),
» 4 . . » 10 » Gelb » » » (2 E).

Die Tafeln 5 bis 8 sind isochromatisch mit 2 Nuancen der Farbe. Auf allen Täfelchen, wo Ton oder Nuance verschieden sind, gehören je 5 nebeneinanderstehende Fäden zusammen.

No. 5 . . . Roth (5 F) und Roth (5 G),
» 5a . . . Roth (10 A) und Roth (10 C),
» 6 . . . Grün (5 A) und Grün (3 D),
» 6a . . . Grün (5 A) und Grün (8 C),
» 7 . . . Blau (9 A) und Blau (9 C).
» 8 . . . Gelb (2 E) und Gelb (2 C).

Die Täfelchen 9 bis 20 enthalten die pseudoichromatischen Farben der Xanthokyanopen, wie sie mit Hilfe Solcher aufgesucht worden. Es gibt sechs Proben in „gelber“ und sechs in „blauer“ Farbe. Die „gelben“ Tafeln enthalten:

No. 9 . . . Roth (5 F) und Braun (5 C),
» 10 . . . Grün (5 A) und Braun (5 E),
» 11 . . . Roth (5 G) und Grün (5 A),
» 12 . . . Grün (3 D) und Orange (3 G),
» 13 . . . Braun (3 E) und Orange (3 G),
» 14 . . . Lichtgrün (7 A) und Lichtbraun (7 C).

Die „blauen“ Tafeln sind:

No. 15 . . . Blau (9 A) und Violett (9 F),
» 16 . . . Blau (9 A) und Purpur (9 E),
» 17 . . . Lichtblau (9 C) und Rosa (9 B),
» 18 . . . Purpur (6 C) und Violett (6 A),
» 19 . . . Rosa (9 B) und Violett (9 D),
» 20 . . . Blaugrün (4 B) und Blaugrau (4 E).

In Betreff der Erythrochloropie (Gelbblaublindheit) besitze ich keine Erfahrung. Man kann hierfür nach Daae's Tafel 1 und 2 zusammenstellen:

No. 21 . . . Lichtgelb (1 A) und Rosa (1 D),
» 22 . . . Orange (1 F) und Violett (1 G),
» 23 . . . Roth (2 F) und Gelb (2 E),
» 24 . . . Braun (2 G) und Purpur (2 D).

Dieser 4 letzten Tafeln bedarf man unbedingt, auch wenn man bloss die Xanthokyanopen im Auge hat; denn es muss in der Sammlung eine Reihe von Mustern geben, welche für die Rothgrünblinden evident anisochromatisch sind. Nur 23 könnte ein Xanthokyanops für isochromatisch halten, wiewohl das Roth (2 F) bläulich ist. Für die allgemeine Prüfung müssen diese anisochromatischen Muster noch vermehrt werden:

No. 25 . . . Roth (5 F) und Blau (9 A),
» 26 . . . Grün (8 C) und Blau (1 E),
» 27 . . . Grün (8 B) und Violett (9 F),
» 28 . . . Gelb (2 E) und Grau (4 G),
» 29 . . . Gelb (2 E) und Blaugrün (4 B),
» 30 . . . Dunkelgrün (8 F) und Weissgelb (1 A).

Mit diesen 32 Täfelchen, die einen geringen Raum einnehmen, kann die Farbenprüfung getrost vorgenommen werden. Der zu Prüfende oder die zu Prüfenden werden belehrt, dass sich in der Sammlung Täfelchen von gleicher und ungleicher Farbe finden, sowie dass die gleichfarbigen theils die gleiche, theils eine verschiedene Helligkeit zeigen. Es wird dies einerseits an den Tafeln 1 bis 8, andererseits an den Tafeln 25 bis 30 demonstrirt. Sämmtliche Täfelchen werden hierauf durcheinander gemischt; und es wird dann die Forderung gestellt, die Tafeln mit der gleichen Farbe, wenngleich dieselbe auch zwei Nuancen enthalten sollte, herauszusuchen.

Wer die Reihen 1 bis 4 und alle oder einen Theil der Reihen 5 bis 8 für gleichfarbig, alle anderen für ungleichfarbig erklärt, ist Polychromatop (nicht farbenblind, farbentüchtig).

Wer die Reihen oder einen Theil der Reihen 1 bis 4 und alle oder einen Theil der Reihen 5 bis 8, ausserdem aber noch alle oder einen Theil der Reihen 9 bis 14, sowie alle oder einen Theil der Reihen 15 bis 20 für gleichfarbig auswählt, ist Dichromatop und zwar Xanthokyanop (Rothgrünblind).

Wer die Reihen 1 bis 4, sowie 5 bis 8 alle oder zum Theile, ausserdem noch (indem ich Daae's Angaben folge) die Reihen 21 bis 24 für isochromatisch hält, ist Dichromatop und zwar Erythrochlorop (Blaugelbblind).

Wer alle 32 Reihen oder doch ausser Reihe 1 bis 8 noch einen Theil der Reihen 9 bis 14, 15 bis 20, 21 bis 24, 25 bis 30 gleichfarbig sieht, ist Achromatop.

Für die Dissimulation der Xanthokyanopie, d. h. das Bestreben, bestehende Rothgrünblindheit zu verheimlichen, hätte man folgende Anhaltspunkte. Der sehr versirte Xanthokyanops weiss, dass Alles, was ihm Braun erscheint, ebenso Alles, was ihm Blau erscheint, verschiedenfarbig sein kann. Er traut daher selbst den isochromatischen Proben nicht, denn es könnten doch die Reihen 1, 2, sowie die Reihen 5, 5a, 6, 6a verschiedene „gelbe", die Reihen 3 und 7 verschiedene „blaue" Farben enthalten, und man könnte ihn mit der Angabe, dass es viele gleichfarbige Reihen in der Sammlung gebe, getäuscht haben. Nur bei 4 und 8 ist er sicher, denn das reine Gelb kennt er. Wer demnach nur die Reihen 4 und 8 für gleichfarbig, alle anderen aber für ungleichfarbig erklärt, dissimulirt Xanthokyanopie. Das Bestreben, zu dissimuliren, muss auch dann angenommen werden, wenn durch das Gleichfarbigerklären von Gliedern der Reihen 9 bis 14 und 15 bis 20 die Rothgrünblindheit verrathen, gleichzeitig aber behauptet wird, dass die Reihen 1, 2, 5, 5a, 6, 6a ungleichfarbig seien. Eben den Dissimulanten der Xanthokyanopie zu Liebe oder zum Trotz sind drei isochromatische rothe, wie grüne Reihen vorhanden.

Die Simulation von Farbenblindheit ist anzunehmen, wenn in Betreff der gleichfarbig erscheinenden Muster crasse Widersprüche vorgebracht werden. Wenn Jemand z. B. erklären würde, dass er einzelne der Reihen 25 bis 30 gleichfarbig, die Reihen 9 bis 24 aber ungleichfarbig sieht, so wäre er Simulant. Bei weniger augenfälligen Angaben und bei Simulation von totaler Farbenblindheit kann ein rothes Glas zur Aufdeckung der Simulation beitragen. Wenn Jemand z. B. erklärte, dass das Täfelchen 11 die gleiche Farbe habe, und bei dieser Angabe bliebe, auch wenn er durch ein rothes Glas hindurchsieht, so ist er Simulant, denn durch das rothe Glas erscheint das Grün jetzt Schwarz, das Roth fast Weiss. Durch mein rothes Glas erscheinen auf Daae's Tafel die Farben: Purpur, Roth, Orange, Gelb: Hell, dagegen Grün, Blau, Violett: Dunkel. Diesem Verhalten gemäss wird demnach bei Betrachten der pseudoisochromatischen Proben durch ein rothes Glas ein gewaltiger Unterschied zwischen den beiden Farben eintreten. Natürlich, wer all' das, worauf es ankommt, genau kennt, der wird freilich Farbenblindheit mit Erfolg simuliren können. Ich möchte mich wohl getrauen, Rothgrünblindheit zu simuliren, und brauchte nicht zu fürchten, durch irgend eine Probe ertappt zu werden.

Ich habe schon früher erklärt, wesshalb ich farbige Pulver farbigen Wollen vorziehe. Ausser der Dauerhaftigkeit und Gleichheit der Oberfläche eignen sich die Pulver durch die Reichhaltigkeit der Farbentöne und Nuancen vortrefflich zur Zusammenstellung pseudoisochromatischer Proben. Mit den Pulvern Cohn's würde man allerdings hierzu nicht auslangen.

Den Wolltäfelchen ungefähr entsprechend, können folgende Pulverproben zusammengestellt werden. Sie finden sich in homöopathischen Fläschchen, bei zwei Pulvern füllt je eines die Hälfte des Fläschchens.

Isochromatische Pulver.

No. 1 . . . Carminzinnober: Roth.
» 2 . . . Schweinfurtergrün hell: Grün.
» 3 . . . Kobaltblau: Blau.
» 4 . . . Chromgelb Citron: Gelb.
» 5 . . . Zinnober 4mal gemahlen, Carminzinnober } Roth 2 Nuancen.
» 6 . . . Seidengrün hell, Victoriagrün hell } Grün 2 Nuancen.
» 6a . . . Schweinfurtergrün hell, » dunkel } Grün 2 Nuancen.
» 7 . . . Ultramarinblau hell, » dunkel } Blau 2 Nuancen.
» 8 . . . Chromgelb Citron, Zinkgelb } Gelb 2 Nuancen.

Pseudoisochromatische Pulver:

A) der Xanthokyanopen.

No. 9 . . . Carminzinnober: Roth,
Rehbraun: Braun.
» 9a . . . Neuzinnober: Roth,
Terra di Siena: Braun.
» 10 . . . Seidengrün hell: Grün.
Rehbraun: Braun.
» 11 . . . Carminzinnober: Roth,
Seidengrün hell: Grün.
» 11a . . Zinnober 4mal gemahlen: Roth,
Seidengrün mitteldunkel: Grün

No. 12 . . . Seidengrün hell: Grün,
Chromgelborange: Orange.
» 13 . . . Carminzinnober: Roth,
Chromgelborange: Orange.
» 14 . . . Carmin: Carmin (Rothblau),
Terra di Siena: Braun.
» 15 . . . Kobaltblau: Blau,
Ultramarinviolett: Lichtviolett.
» 16 . . . Ultramarinblau dunkel: Blau,
Violetter Lack: Violett.
» 17 . . . Brillantroth: Purpur,
Ultramarinviolett: Violett.
» 18 . . . Krapprosa: Rosa,
Cohn's Hellgrau: Grau.
» 19 . . . Scheel'sches Grün: Grünblau,
Cohn's Dunkelgrau: Grau.
» 20 . . . Krapprosa: Rosa.
Scheel'sches Grün: Grünblau.

No. 9 bis 14 sind „gelbe" (braune) Farben, No. 15 bis 17 blaue und No. 18 bis 20 graue. Bei Probe 20 erscheint allerdings Rosa gegen Scheel'sches Grün, wie Bläulichgrau gegen Gelblichgrau, aber doch kann man die Pulver nach Aussage von Xanthokyanopen als pseudoisochromatisch ansehen.

B) Für Gelbblaublinde habe ich nach Analogie der Wollproben folgende Proben zusammengestellt:

No. 21 . . . Zinkgelb: Lichtgelb,
Krapprosa: Rosa.
» 22 . . . Chromgelborange: Orange,
Violetter Lack: Violett.
» 23 . . . Chromgelbcitron: Gelb,
Carmin: Rothblau.
» 24 . . . Rehbraun: Braun,
Krapprosa: Rosa.

Anisochromatische Pulver,

d. h. solche, welche auch dem Dichromatops ungleichfarbig erscheinen werden, enthält die Sammlung folgende:

No. 25 . . . Carminzinnober: Roth,
Kobaltblau: Blau.

No. 26 . . . Schweinfurtergrün hell: Grün,
Kobaltblau: Blau.
» 27 . . . Schweinfurtergrün dunkel: Grün,
Violetter Lack: Violett.
» 28 . . . Chromgelbcitron: Gelb,
Cohn's Hellgrau: Grau.
» 29 . . . Chromgelbcitron: Gelb,
Scheel'sches Grün: Grünblau.
» 30 . . . Seidengrün dunkel: Dunkelgrün,
Zinkgelb: Hellgelb.

Diese 33 Fläschchen (dazu ein rothes Glas), in einer entsprechenden Schachtel untergebracht, bilden einen dauerhaften und compendiösen Apparat zur leichten Diagnose der Farbenblindheit.

Alle Prüfungen des Farbensinns, von denen bisher die Rede war, beziehen sich auf die Leistungen des Netzhautcentrums. Was das Farbenempfindungsvermögen in der Peripherie der Netzhaut anlangt, so wurden über diesen Gegenstand schon von Purkinje (1825) ganz zweckentsprechende Versuche angestellt, indem er farbige Quadrate an seinem Perimeter von der Peripherie gegen den vom Auge fixirten Nullpunkt bewegte. Auch seine diesbezüglichen Angaben sind vortrefflich. Die Fragen, wie weit unter übrigens gleichen Umständen und wie die Farben in der Peripherie empfunden werden, wie gross die Empfindlichkeit für die einzelnen Farben in der Peripherie sei, wie die Farben beim Vorrücken von der Peripherie gegen das Centrum oder vice versa ihren Ton ändern, wurden später für physiologische und pathologische Fälle noch vielfach (von Aubert, Schelske, Woinow, Landolt, Rählmann, Brisewitz, Schirmer, Reich, Krückow, Charpentier, Chodin, dann Leber, Schön, Pötschke, Treitel) geprüft und wurden zu den Prüfungen theils Pigmente, theils Spectralfarben verwendet. Was das physiologische Verhalten der Farbenwahrnehmung auf der Netzhautperipherie anlangt, so sind die einzelnen Beobachter nicht zu übereinstimmenden Resultaten gelangt. Ich nehme eine Purkinje'sche Perimeterscheibe (pag. 164), welche dem Grade meiner Kurzsichtigkeit entsprechend einen Radius von 26 Centimeter (6") hat, lege dieselbe horizontal an, fixire den in gleicher Höhe mit meinem

Auge befindlichen Kopf einer auf den Nullstrich senkrecht eingesteckten schwarzen Nadel, und bewege von der äussersten Peripherie von der Schläfe her ein schwarzes, von vorne einfallendem Lichte gut beleuchtetes Sammetstück, in dessen Mitte, in gleicher Höhe mit meinem Auge, sich ein farbiges Quadrat von 5 Millimeter Seite, aus Wollfäden hergestellt, befindet. Mit dem Sammetstück werden beim langsamen Vorbewegen kleine ruckweise Bewegungen nach vorn und rückwärts vorgenommen. Sowohl das blaue, wie das gelbe Quadrat erkenne ich sofort in seiner Farbe, sowie es an die Grenze des Gesichtsfeldes auf 90° eingestellt wird. Das rothe Quadrat wird als farbig wahrgenommen bei 75° und erscheint von 75° bis 50° gelb; erst bei 50° wird es roth. Das grüne Quadrat vermag ich erst bei 65° farbig zu sehen, aber sowie es hervortritt, erscheint es mir auch grün, nur anfänglich etwas blaugrün. Violett endlich wird bei 65° sichtbar, als ein tiefes schönes Blau; violett wird es erst, wenn die Excentricität sich auf 45° vermindert hat. Ich erkenne daher bei gleicher Grösse der Farbenquadrate die wahre Farbe des Blau und Gelb bei 90°, die des Grün bei circa 60°, des Roth bei 50° und des Violett bei 45° Excentricität. Es scheint mir bemerkenswerth, dass das Verhalten von Blau in der Peripherie wesentlich abweicht von dem Verhalten desselben Farbenobjects, wenn man es mit dem Centrum der Netzhaut unter einem kleinen Gesichtswinkel ansieht (pag. 235).

Diese Angaben stimmen am besten mit den von Purkinje gemachten. Auch Purkinje fand, dass Blau und Gelb sich gleich bei ihrem ersten Eintreten in's Gesichtsfeld als solche präsentiren; dass dann Grün und zwar gleich in seiner Farbe hervortritt; dass Zinnober, erst blass fahlgelb, dann orange, „allmälig gegen das Centrum in seine reine Farbenqualität übergeht"; dass endlich Violett, zuerst Blau, bei nur relativ geringer Excentricität hervortritt. (Nur für Roth ist die Zahl nicht angegeben — die Zahlen haben keinen absoluten Werth, da Purkinje die Grösse der Farbenquadrate nicht bezeichnet hat und die Grösse der Farbenfläche von Einfluss ist auf die Entfernung, in welcher die Farbe kenntlich wird.)

Was die Resultate der Forscher nach Purkinje anlangt, so will ich nur einige nach der Zusammenstellung von Aubert hierher setzen. Alle finden, dass Blau auf schwarzem Grunde am weitesten in der Peripherie erkannt wird. Die Reihenfolge der Farben ist

nach Aubert: Blau, Roth, Gelb, Grün;
» Schirmer: Blau, Gelb, Violett, Roth, Grün;
» Landolt: Blau, Gelb, Roth, Grün, Violett.

Meine Reihe wäre: Blau und Gelb, Grün, Roth, Violett.

Auch in Betreff der Farbenübergänge herrscht keine Uebereinstimmung.

Aubert (und nach ihm Andere) hat auch genauer geprüft, wie sich die einzelnen Meridiane der Netzhaut verhalten und hat gefunden, dass die Grenzwerthe der Abstände vom Centrum, in denen Farben noch erkannt werden, in den verschiedenen Meridianen verschieden sind. Am weitesten reicht das Farbenunterscheidungsvermögen im Gesichtsfelde nach innen, am wenigsten weit nach oben.

Statt des Perimeters empfiehlt Weber, die farbigen Gesichtsfelder auf ebener schwarzer Fläche mit Hilfe von Scheiben von 15 Millimeter Durchmesser, die auf schwarzen Sammet geklebt und in schwarze Stiele eingeklemmt sind, zu untersuchen.

Die Prüfung des peripheren Farbensinnes ist für die Diagnose der angeborenen Farbenblindheit ohne Bedeutung, dagegen könnten derartige Untersuchungen, deren Schwierigkeit man sich jedoch nicht verhehlen darf, Anhaltspunkte für die Farbentheorie geben.

Um die Methoden zur Prüfung des Farbensinns zu erörtern, konnten wir nicht umhin, die angeborene Farbenblindheit überhaupt abzuhandeln. Wir haben noch Einiges über die Angaben der Farbenblinden und über die Statistik der Farbenblindheit nachzutragen. Wir sprechen zunächst nur von den Xanthokyanopen.

Dem Rothgrünblinden sind von früher Jugend an gewisse Aussprüche ihrer Mitmenschen unbegreiflich. Sie begreifen nicht, warum man von Abend- und Morgen„röthe“ spricht, da es doch nur eine Abend- und Morgen„gelbe“ gibt; sie verstehen auch nicht, wie man das Feuer roth nennen kann, da es doch gelb ist. Ebensowenig wissen sie nicht, was die Menschen mit der Vielfarbigkeit des Regenbogens haben wollen, da derselbe doch nur und zwar überaus deutlich aus zwei farbigen Streifen, einem gelben und einem blauen, zusammengesetzt ist. Gegenüber diesen gewöhnlichen Erscheinungen bewähren sie sich klar als gelbblausichtig. Den Objecten der Natur

und Kunst gegenüber, welche nicht in einem gesättigten oder wenigstens lichtstarken „gelben“ Ton und die ihnen daher braun erscheinen, haben sie nicht die Stärke der Ueberzeugung. Sie wissen, dass solche Objecte von anderen Menschen entweder roth oder grün oder braun genannt werden. Sie wissen, dass die Wälder im Sommer grün und dass das Blut roth ist; sie wissen aber auch, dass sie die rothen Erdbeeren im grünen Grase nicht sehen und dass das Grün der Nadelwälder und das Roth des Blutes für sie genau die gleiche Farbe, ja in der Regel sogar die gleiche Farbennuance hat. Würden die Xanthokyanopen belehrt, dass sie Roth, Grün und Braun genau so sehen, wie wir das Braun, so würden sie, um den Farbeneindruck befragt, stets antworten: Braun; so aber wissen sie nur — wir sprechen begreiflich von intelligenten Individuen —, dass es sich um jene verrätherische Farbe handelt, die sie nicht kennen und desshalb wollen sie nicht mit der Sprache heraus. In einer farbenblinden Familie (die gleich später unser Interesse noch in anderer Beziehung erregen wird) haben sich die farbenblinden Brüder geeinigt, jene verdächtige Farbe „Rax“farbe — ein Wort, über dessen Etymologie die Erfinder selbst keinen Aufschluss zu geben vermögen — zu nennen. Bei der Farbenprüfung erhält man dann zur Antwort: Blau, Gelb, Grau, allenfalls Gelbblau und Rax. Dass das „Rax“papier oder die „Rax“wolle für uns roth oder grün oder braun ist, aber auch grau (pag. 204) sein kann, braucht nicht erst besonders versichert zu werden.

Auf der anderen Seite ist es den Xanthokyanopen vollständig unbegreiflich, wie man von Rosen„roth“ oder von Wangen„roth“ sprechen kann, denn die Rose wie die Wange der blühenden Jungfrau, sie sind doch so — blau, wie der wolkenlose Himmel. Dem innersten Herzenszuge folgend, hätte gewiss schon manch' farbenblinder Dichter die „blauen“ Wangen seiner Geliebten besungen, wenn er sich nicht der (in den Augen der Farbenblinden) die Farben nicht kennenden Majorität, die an der „Röthe“ der Wangen zäh festhält, einfach gebeugt hätte. Schon Goethe hat die Frage erörtert, wie die „Akyanoblepsen“ (unsere Xanthokyanopen), die einerseits gelbe und grüne, andererseits rosa, blaue und violette Farbentöne verwechseln, die Farben sehen. Er ist nach seiner Theorie in Betreff der einen Farbe zu richtigen Schlüssen gekommen, jedoch zu unrichtigen in Betreff der zweiten. Wenn Goethe sagt, dass der „Akyanobleps“ „alles Grün in Tönen vom Gelben bis zum Braunrothen

sieht, ungefähr wie es uns im Herbste erscheint", so ist dies (wenn wir nur statt Braunroth Braungelb, d. i. schlechtweg Braun setzen) vollkommen richtig, und in jener historisch interessanten Landschaft (Goethe's Tafel I, Fig. 11), welche Angelika Kauffmann über Goethe's Wunsch ohne Blau gemalt (zu dem Zwecke, dass man sich eine Vorstellung machen könne, wie der Akyanobleps die Welt sieht), sind die Farbentöne des „grünen" Waldes ganz zutreffend. Dagegen konnte Goethe nicht der Ansicht sein, dass das Purpur der Rose und der Wangen dem Xanthokyanopen blau wie der Himmel erscheine, sondern er musste nach seiner Theorie im Gegentheil meinen, dass der Farbenblinde den Himmel rosafarb sieht wie die Rose. So findet man auch in jener Landschaft einen Himmel mit rosa Anstrich und noch einige purpurfarbene Objecte; jedoch ist die Purpurfarbe, nebenbei bemerkt, derartig, dass sie der Farbenblinde meistens gar nicht für blau, sondern für grau oder blaugrau hält.

Der Farbenblinde besitzt schwarzweissen Objecten gegenüber normales Sehvermögen, d. h. beim Xanthokyanopen wenigstens steht eine etwaige Herabsetzung von V nicht im Zusammenhange mit der Farbenblindheit. Er besitzt ferner nicht bloss ein ausgezeichnetes Helligkeitsunterscheidungsvermögen, sondern er empfindet auch die Farben mitunter mit grösserer Intensität als das Normalauge. Je leichter ein Auge die Contrastfarben im Simultancontrast erzeugt, um so intensiver — können wir annehmen — ist die Empfindung der inducirenden Farben. Wenn ich (und das Gleiche ist bei vielen Anderen, die ich prüfte, der Fall) auf ein farbiges Blatt des Heidelberger Farbenbuchs den grauen Ring einfach auflege, so sehe ich absolut nichts von der Contrastfarbe; sie tritt erst prächtig hervor, sobald ich das Florpapier darüber decke. Es gibt aber Rothgrünblinde, die nicht bloss auf Gelb und Blau, sondern auch auf jenen Farben, für die sie nach den gangbaren Theorieen blind sind, die Contrastfarbe sofort empfinden, sobald nur der graue Ring auf die farbige Unterlage einfach aufgelegt wird. Sie sehen also nicht bloss den Ring gelb, sobald er auf Blau, und blau, sobald er auf Gelb gelegt wird, sondern er erscheint auch sofort in der Contrastfarbe, nämlich dunkelblau, sobald er auf Grün und sogar und zwar bräunlich, sowie er auf Rosa aufgelegt wird. Dies ist der klarste Beweis dafür, mit welch' hohem Gewicht die Farben-

blinden jene Farben, die sie angeblich gar nicht empfinden, empfinden können, und wie ihrer Behauptung, dass sie nicht bloss Helligkeiten, sondern auch Farben wenigstens ebenso intensiv empfinden, wie die „angeblich" Farbentüchtigen, eine gewisse Berechtigung zukommt.

Da sich Xanthokyanopen thatsächlich in der eben beschriebenen Weise verhalten können, so kann begreiflicher Weise von der allgemeinen Anwendung einer pseudoisochromatischen Methode nicht die Rede sein, welche sich darauf stützt, dass wenn Roth und Grün für den Farbenblinden Grau sind, ein aus grauem Papier geschnittener, auf die farbige Fläche von gewisser Helligkeit gelegter und mit Florpapier gedeckter Buchstabe überhaupt nicht gelesen werden wird, weil er Grau auf Grau und durch das Deckpapier verhüllt erscheint. Eine solche Methode zur Erkenntniss der Farbenblindheit hat in der That Pflüger (1878, 1879) dringend empfohlen.

Die Verkürzung des Spectrums am rothen Ende ist eine eigenthümliche Complication der Xanthokyanopie. Dass diese Verkürzung, wo sie vorkommt, nicht einfach durch „Roth"blindheit erklärbar ist, geht daraus hervor, dass das Spectrum fast bis zur Linie D verkürzt sein kann. Das Auge ist daher dann auch zum guten Theile der Gelbempfindung unzugänglich — eine Thatsache, die in Rothblindheit ihre Begründung nicht findet.

Man hat bei Farbenblinden gewisse Defecte im Hirnbau und damit im Zusammenhange eine Verringerung des Augenabstandes finden wollen (Niemetschek), allein Cohn, sowie Holmgren haben gezeigt, dass diese Annahme jeder Basis entbehre.

Die Statistik der Farbenblindheit wurde durch Massenuntersuchungen in vieler Herren Ländern in den letzten Jahren sehr wesentlich gefördert. Man kann aus den Angaben von Holmgren, Daae, Fontenay, Hansen, Cohn, Magnus, Stilling, v. Reuss, Dor, Wilson, Joy Jeffries u. A. den Schluss ziehen, dass auf 10,000 männliche Individuen wenigstens 300 Farbenblinde, auf 10,000 weibliche Individuen hingegen höchstens 30 Farbenblinde kommen, so dass demnach die Farbenblindheit als eine Eigenheit des männlichen Geschlechts angesehen werden muss.

Die Farbenblindheit ist erblich. In farbenblinden Familien kann Rothgrünblindheit und totale Farbenblindheit vorkommen, dagegen weiss man über die Erblichkeitsverhältnisse der Gelbblaublindheit vorläufig noch nichts. Die Farbenblindheit kann eine Generation überspringen, wobei der Fehler nicht durch die nicht farbenblinden

LANE LIBRARY

Söhne, sondern durch die nicht farbenblinden Töchter von Grossvater auf Enkel übertragen wird (Horner). O. Becker meint, im Hinblick auf die von ihm beobachtete einseitige Farbenblindheit eines weiblichen Individuums, dass vielleicht die genauere Untersuchung der angeblich nicht farbenblinden, aber die Farbenblindheit ihren Kindern einimpfenden weiblichen Mitglieder farbenblinder Familien einseitige Farbenblindheit häufiger entdecken liesse.

Ich kenne eine hochadelige Familie, deren Stammbaum also sehr genau verfolgt werden kann — jene Familie, der die Erfinder der Raxfarbe angehören — in welcher mütterlicherseits durch Generationen Blindheit erblich war, so dass ein Theil der Mitglieder blind geboren wurde oder später erblindete (sicherlich in Folge von Sehnervenleiden). Die Amaurose ist nun erloschen, aber die gegenwärtigen erwachsenen männlichen Sprossen sind zum Theile farbenblind — Xanthokyanopen. Ein junger Sprössling des einen Xanthokyanopen jedoch zeigt nach einer mir vor Jahren gewordenen Mittheilung auch keine Zeichen von Farbenblindheit mehr. Für den Darwinianer exaltirter Richtung läge hier eine Wiederholung der Entwickelungsgeschichte vor, wie nämlich aus blinden Geschöpfen sich endlich sehende entwickelten, die aber noch einen defecten Farbensinn hatten, bis es endlich durch weitere Entwickelung und Uebung des Sehorgans zur Ausbildung des normalen Farbensinns kam.

Eine Entwickelung des Farbensinns in historischer Zeit wurde in der That von Geiger, Magnus, Gladstone (der schon früher die Farbenblindheit Homer's zu beweisen versucht hatte), Weise angenommen: eine solche Auffassung ist aber durch Philologen, Philosophen und Ophthalmologen (Schuster, Jordan, Steinthal, Krause, Marty, dann Dor, Cohn) auf's Gründlichste widerlegt.

Die Farbenblindheit ist unheilbar, d. h. es gelingt in keiner Weise, ein dichromatisches oder achromatisches Spectrum in ein polychromatisches umzuwandeln. Dagegen ist, wie mir scheint, noch viel zu wenig Gewicht darauf gelegt, dass mit Hilfe farbiger Gläser die Farbenblindheit wenigstens bei vielen Beschäftigungen unschädlich gemacht werden könne. Der Farbenblinde unterscheidet pseudoisochromatische Farben insolange, als eine constante Differenz in der Helligkeit derselben besteht. Hat z. B. ein Xanthokyanop es stets nur mit einem gewissen Roth und Grün zu thun, wobei das Roth ihm etwa dunkler als das Grün erscheint, so wird er dieses Roth

mit diesem Grün niemals verwechseln und daher kommt es auch, dass wenn nicht Sturm und Wetter die Anhaltspunkte verwischen, ein xanthokyanopischer Eisenbahnbediensteter die rothen und grünen Signalzeichen richtig unterscheidet. Ist aber die Helligkeit der beiden pseudoisochromatischen Farben gleich, dann ist es mit diesem Auskunftsmittel vorbei. Damit ist nicht gesagt, dass alle Finten des Xanthokyanopen hiermit erschöpft wären; er wird sich noch an andere physicalische Eigenschaften klammern und wenn die verschieden gefärbten Objecte etwa constante Differenzen in Consistenz oder Beschaffenheit der Oberfläche (Glanz, Rauhigkeit) zeigen, dieselben gewiss zu seinem Vortheil ausnützen. Allein mit alledem reicht er begreiflicher Weise im Allgemeinen nicht aus. Die Farben erlernen zu wollen, ist für den Farbenblinden ein vergebliches Bemühen. In jenem Brief des farbenblinden Dr. Brandis aus Kopenhagen vom Jahre 1811, den Goethe als „Aelteste aufmunternde Theilnahme“ in seinen Nachträgen zur Farbenlehre abgedruckt hat, ist schon drastisch dargestellt, wie ein gleichfalls xanthokyanopischer Neffe Brandis' als Lehrling einer Seidenhandlung dieselbe verlassen musste, weil er „den Käufern Himmelblau für Rosenroth verkaufte“ und weil, nachdem er an Farbentafeln mit grösster Ausdauer die Farben studirt hatte, „das Resultat der Gelehrsamkeit das war, dass der nächste Käufer Rosenroth für Himmelblau erhielt“. Hätte man aber diesem Knaben ein rothes Glas gegeben, so hätte er nie mehr die beiden Farben verwechselt.

Sowohl die gelben, als auch die blauen und grauen Verwechslungsfarben erleiden nämlich durch ein rothes Glas ganz characteristische Veränderungen in der Helligkeit. Mit Hilfe eines rothen Glases wird weder Roth, Grün und Braun, noch Purpur, Violett und Blau, noch Grau, Blaugrün, Purpur mit einander verwechselt werden können. Nehmen wir für jede Farbenreihe ungefähr gleiche Helligkeit, so wird durch ein rothes Glas: Roth am hellsten, Grün am dunkelsten, Braun steht in der Mitte; Purpur am hellsten, Blau am dunkelsten, Violett in der Mitte; Purpur am hellsten, Blaugrün am dunkelsten, Grau in der Mitte. Eine „gelbe“ (braune, „Rax“) Farbe, die durch ein rothes Glas viel heller wird (gesättigtes Roth wird fast weiss), ist Roth, eine solche Farbe, die dabei viel dunkler wird (gesättigtes Grün wird fast schwarz), ist Grün, während jene, die ihre Helligkeit nur wenig ändert, Braun ist. Eine „blaue“ Farbe, die durch das rothe Glas viel heller wird (fast weiss), ist Purpur; eine

solche, die viel dunkler wird (fast schwarz), ist Blau, und jene, die ihre Helligkeit wenig verändert, ist Violett. Eine graue Farbe endlich, die durch ein rothes Glas fast weiss wird, ist Purpur; jene, die fast schwarz wird, Blaugrün, und jene, die ihre Helligkeit wenig ändert, Grau. Ich bin überzeugt, dass die Farbenblinden, in dieser Weise geübt, in der Unterscheidung der Farben eine hohe Vollkommenheit erlangen werden. Dass Roth und Grün, Rosa und Blau, Purpur und Blaugrün überhaupt, auch ohne weitere Uebung, durch ein rothes Glas nicht verwechselt werden, liegt auf der Hand — denn nur der, der Weiss und Schwarz nicht unterscheiden könnte, könnte die Farben auch jetzt nicht sondern. Ein Stück rothen Glases oder eine Lorgnette (Nasenzwicker) mit rothen Gläsern wird daher Xanthokyanopen, wenn sie entsprechend belehrt und geübt sind, im kaufmännischen und gewerblichen Berufe die ausserordentlichsten Vortheile gewähren. Für den Eisenbahn- und Marinedienst ist der Behelf, wiewohl auch hier von Delboeuf ein rothes und grünes Glas empfohlen wurde, der Natur der Sache gemäss, ohne Werth, denn bei Wind und Wetter möchte ich mich keinem Locomotivführer anvertrauen, der erst durch ein rothes, sowie durch ein grünes Glas (das letztere ist übrigens ganz überflüssig) durchsehen muss, um Roth und Grün an der Helligkeitsdifferenz zu unterscheiden. Dem Erythrochlorops (Gelbblaublinden) würde ein blaues Glas analoge Dienste leisten.

Die erworbene Farbenblindheit

ist ein hochinteressantes Capitel der Gehirn- und Netzhautpathologie. Die Prüfung vereinfacht sich insofern, als die Patienten früher die Farben kannten und häufig noch mit Einem Auge kennen. Wenn man daher einfach einerseits grössere farbige Muster (Papiere, Wollbündel), andererseits kleine Farbenquadrate auf schwarzem Grunde vorhält, erhält man leicht einen beiläufigen Einblick in die qualitative oder quantitative Störung. Allein gerade bei erworbener Farbenblindheit ist es von ausgezeichnetem Interesse, die Prüfung mit allen jenen Hilfsmitteln, die uns bei der Untersuchung der angeborenen Farbenblindheit zu Gebote stehen, vorzunehmen. Von derartigen fortgesetzten Untersuchungen ist zu hoffen, dass sie uns noch manche Aufschlüsse über noch so viel Dunkles in den Erscheinungen namentlich der erworbenen Farbenblindheit liefern

werden. Von nicht zu unterschätzendem Werth ist auch die Prüfung des Farbensinns in der Netzhautperipherie.

An dieser Stelle war es nur unsere Aufgabe, die Methoden zur Prüfung des Farbensinns zu erläutern. Diese Aufgabe haben wir beendigt. Es erübrigt nur noch zur Erläuterung von Manchem, was früher angedeutet wurde, die Theorieen der Farbenblindheit zu erörtern.

Theorieen der Farbenblindheit.

Wir berücksichtigen nur jene Anschauungen, welche einerseits auf der Farbenlehre von Young-Helmholtz, andererseits auf der von Hering basiren.

Die von Helmholtz acceptirte Theorie Thomas Young's lautet: Es gibt im Auge drei Arten von Nervenfasern: roth-, grün- und violettempfindende — ungefähr ein Decennium vor Young hatte schon Wünsch 1792 den Satz ausgesprochen, dass nur Roth, Grün, Violett einfache Farben seien.

Das einfache Roth (d. h. Licht jener Wellenlänge, welches in unserem Auge die Empfindung von Roth hervorruft) erregt stark die rothempfindenden, schwach die beiden anderen Faserarten; Empfindung: Roth.

Orange erregt sehr stark die rothen (rothempfindenden), stark die grünen, schwach die violetten Fasern; Empfindung: Orange.

Das einfache Gelb erregt mässig stark die rothen und grünen, schwach die violetten Fasern; Empfindung: Gelb.

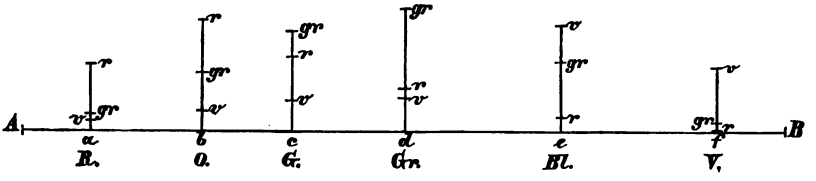
Das einfache Grün erregt sehr stark die grünen, relativ schwach die rothen und violetten Fasern; Empfindung: Grün.

Das einfache Blau erregt die violetten Fasern sehr stark, die grünen etwas weniger stark, schwach die rothen; Empfindung: Blau.

Violett (nach Wünsch-Young-Helmholtz: Das einfache Violett) erregt die violetten Fasern stark, die grünen schwach, die rothen sehr schwach; Empfindung: Violett.

Erregung aller Fasern von ziemlich gleicher Stärke gibt die Empfindung von Weiss oder weisslicher Farben.

In Figur 11 sind diese Vorstellungen nach der Helmholtz'schen Figur graphisch veranschaulicht.



Figur 11.

Auf der Abscisse AB zeigen die rechtwinkeligen Ordinaten an, in welcher Stärke an jedem Orte des Spectrums die drei Faserarten erregt werden. Im Roth (R.) ist die Grösse der Erregung der rothen Fasern durch ar, die der grünen durch agr, jene der violetten durch av gekennzeichnet. Im Gelb (G.) zeigt uns cgr die Erregungsstärke der grünen, cr jene der rothen und cv die der violetten Fasern an u. s. w.

Die partielle Farbenblindheit ist bedingt durch das Fehlen oder die Paralyse Einer, die totale durch das Fehlen (die Paralyse) zweier Faserarten. Helmholtz selbst bespricht eingehend nur die Rothblindheit (Anerythropsie).

Holmgren stellt sich vollständig auf den Standpunkt der eben entwickelten Theorie. Die Farbenblindheit ist nach ihm zu classificiren:

I. Totale Farbenblindheit — es wird keine Farbe gesehen.

II. Partielle Farbenblindheit und zwar:

1) Vollständige partielle (der Ausdruck: „vollständig partiell" scheint mir doch etwas misslich) Farbenblindheit, die, je nachdem das eine oder das andere der drei farbenempfindenden Netzhautorgane fehlt, sein kann:

a) Rothblindheit,
b) Grünblindheit,
c) Violettblindheit,

wofür man mit griechischen Worten Anerythropsie, Achloropsie, Anianthinopsie (Warlomont) gesetzt hat.

2) Unvollständige partielle Farbenblindheit, „bei der ein oder alle drei Elemente an Reizbarkeit oder Zahl schwächer sind als die des normalen Farbensinns".

Um nach der Dreifaserntheorie die Symptome der „vollständigen" partiellen Farbenblindheit zu deduciren, braucht man nur in Figur 11 auf allen Ordinaten r (für Rothblindheit) oder gr (für Grünblindheit) oder v (für Violettblindheit) wegzustreichen und dabei festzuhalten, dass da die Erregung sämmtlicher Faserarten im Normalauge die Weissempfindung erzeugt, auch bei Mangel Einer Faserart die Erregung sämmtlicher Faserarten, d. i. der zwei übriggebliebenen zur Weissempfindung führt, so dass also bei Rothblindheit die gleich starke Erregung der grünen und violetten, bei Grünblindheit jene der rothen und violetten und bei Violettblindheit die der rothen und grünen Fasern die Weissempfindung bedingt und demnach im Spectrum an jener Stelle, an welcher die gleichstarke Erregung der noch vorhandenen zwei Faserarten nach der graphischen Darstellung zu Stande kommt, ein weisser (grauer) Streifen sich findet. Im Spectrum müsste der Rothblinde nur Grün und Violett, getrennt durch einen farblosen Streifen im Blaugrün; der Grünblinde nur Roth und Violett, getrennt durch einen farblosen Streifen im Grün; und der Violettblinde nur Roth und Grün, ungefähr im Gelb durch Grau getrennt, sehen. Bei der Grünblindheit könnte das Spectrum nicht verkürzt sein; bei der Rothblindheit eigentlich auch nicht oder nur sehr wenig, da schon bei R. die grünen und violetten Fasern mit der Stärke av und agr erregt werden. vgr ist ausschlaggebend für die Grünempfindung, die Ordinaten av für Violett und Grün mischen sich zu Weiss. Es muss also im Roth ein weissliches Grün empfunden werden. Ebensowenig könnte strenggenommen eine wesentliche Verkürzung eines licht-

starken Spectrums bei der Violettblindheit vorkommen. Die grösste Helligkeit, welche im Spectrum des Normalauges im Gelb liegt wegen der starken Erregung aller drei Faserarten, wird für die Rothblinden gegen das Blau hin, im Grünblau, sich finden. „Wenn", sagt Helmholtz, „die Erregung der grünempfindenden Nerven im Grün am stärksten ist, wird für die Rothblinden das Maximum der gesammten Erregung etwas nach der Seite des Blau fallen, weil hier die Erregung der violettempfindenden Nerven steigt". Bei der Grünblindheit wird dem entsprechend die grösste Helligkeit des Spectrums im Gelb oder gegen das Orange hin liegen.

Gegen die Suppositionen der Dreifaserntheorie spricht:

1) Die Thatsache, dass die „Roth"blinden weder Grün noch Violett und die Grünblinden weder Roth noch Violett kennen. Von allen Farben des Spectrums, von Roth bis Blau kennen sie nur und unter allen Bedingungen das Gelb. Darüber, was gelb ist, täuscht sich kein Roth- und kein Grünblinder. Gelb erkennt er immer richtig, niemals aber das Grün oder Roth. Nun sagt man freilich, dass der Farbenblinde das Gelb grün, beziehungsweise roth sehe und es nur Gelb nenne. Ich gestehe offen, dass mir dies immer als eine der stärksten Zumuthungen an die menschliche Glaubenskraft erschien. Jemand, der unter hunderten von farbigen Wollen sofort das reinste Gelb herauswählt, niemals aber im Stande ist, auch die gesättigste grüne Wolle herauszufinden, — der sollte keine Ahnung davon haben, was Gelb ist und nur wissen, was Grün ist? Ebenso erkennt der Roth- und Grünblinde immer das reinste Blau. Mit Kobaltblau verwechselt er kein Violett und kein Purpur.

2) Liegt beim Rothblinden, selbst mit stark verkürztem Spectrum, die hellste Stelle des Spectrums nicht im Blaugrün, sondern gewöhnlich dort, wo sie für das Normalauge liegt, im Gelb. Interessant ist auch die Angabe Becker's, dass in seinem Falle von einseitiger totaler Farbenblindheit die hellste Stelle fast genau in der Natriumlinie, also im reinsten Gelb lag. Wenn die totale Farbenblindheit ihren Grund darin hat, dass nur die rothen oder grünen oder violetten Fasern noch vorhanden sind, so muss dabei die hellste Stelle des Spectrums im Roth oder Grün oder Violett zu finden sein, kann aber niemals im Gelb liegen;

3) endlich ist eine hochgradige Verkürzung des Spectrums, wie sie bei Rothblindheit durch das ganze Roth bis in's Orange, ja bis nahe zur Linie D (Stilling) beobachtet wurde (so wenig wie ein Fehlen des ganzen blauen Endes bei Violettblindheit) durch die Young'sche Theorie zu erklären.

Leber und Fick (und mit ihnen Andere) erkennen, dass durch Fehlen oder Lähmung eines der Young'schen Elemente die Farbenblindheit nicht erklärt werden könne. Es wird vielmehr angenommen, dass alle drei Elemente vorhanden sind, dass nur ihre Erregbarkeit verändert sei und für gewisse Theile des Spectrums auch vollkommen aufgehoben sein könne. Mit dieser Aenderung im Verlaufe der Erregbarkeitscurven für die drei Fasergattungen hat es, genauer genommen, folgendes Bewenden. 1867 sagt Helmholtz selbst (bei Gelegenheit der Besprechung der Rose'schen Versuche über die durch Santonin zu erzeugende Farben-(Violett-)Blindheit), man könnte daran denken, dass sowohl im Santoninrausch, als auch bei den natürlich Farbenblinden nicht die Leistungsfähigkeit einer Fasergattung aufgehoben, sondern die Art der Erregbarkeit der drei Netzhautelemente durch die Strahlen ver-

schiedener Wellenlänge (Farbe) geändert würde, „wobei dann eine viel grössere Veränderlichkeit in dem Verhalten der objectiven Farben gegen das Auge eintreten könnte". 1873 hat Leber diese Hypothese für die Erklärung der Erscheinungen der Farbenblindheit als unumgänglich nothwendig erklärt. Bei Fehlen der rothen Nervenfasern müsste der Rothblinde im Spectrum Grün und Violett, und im Grünblau die hellste Stelle sehen. Nehmen wir aber an, dass die rothen Fasern nicht fehlen, sondern dass die Erregbarkeitscurve für Roth nur geändert sei, dass sie nämlich ähnlich verliefe wie für Grün, dann wird im Gelb wirklich durch die Erregung von Roth und Grün die Gelbempfindung zu Stande kommen und kein Grund vorhanden sein, warum nicht im Gelb die hellste Stelle da sein sollte. 1874 entwickelt A. Fick, im Hinblick auf die Aenderung der Farben in der Netzhautperipherie des Normalauges, die Anschauung, dass nicht etwa gewisse Fasergattungen in der Peripherie der Netzhaut fehlten, sondern dass auf der ganzen Netzhaut die drei farbenempfindenden Elemente vorhanden seien, aber durch das verschiedenfarbige Licht nicht an allen Stellen in gleicher Weise erregt würden, so zwar, dass im Netzhautcentrum die Erregbarkeitscurven für die drei Fasergattungen am unähnlichsten verlaufen (siehe Figur 11), sich aber gegen die Peripherie hin immer ähnlicher würden, die Unterschiede in der Erregbarkeit der drei Fasergattungen durch das Licht verschiedener Wellenlänge sich also verringerten. Die Farbenblindheit wäre so zu erklären, dass sich das Netzhautcentrum so verhielte, wie unter normalen Verhältnissen die Peripherie. Dieselbe Aenderung der Young'schen Theorie für die Erklärung der Farbenblindheit hat dann in Rählmann (1876) ihren Verfechter gefunden. Er zeichnet die Curven für die Grünblindheit und für die totale Farbenblindheit. Bei der Grünblindheit verläuft die Curve für Grün, gerade so, wie jene für Roth. Die physiologisch subjective Farbenmischung aus drei Componenten bleibt bestehen, aber es existiren dann nur zwei Grundfarben: Gelb und Blau. Bei der totalen Farbenblindheit verlaufen alle drei Curven übereinstimmend. Liegt das Maximum der Helligkeit dabei im Grün, so werden alle drei Curven im Grün ihre grösste Höhe erreichen und dann zu beiden Seiten gleichmässig abfallen. An allen Stellen des Spectrums werden demnach die drei Fasergattungen gleich stark erregt werden und daher muss das ganze Spectrum farblos (weiss) sein.

Diese Modification der Young-Helmholtz'schen Theorie setzt — wenn wir den Kern der Sache erfassen — nichts mehr und nichts weniger voraus, als dass z. B. bei der Grünblindheit die grünempfindenden Fasern nicht durch Grün, sondern durch Roth am stärksten zur Empfindung des Grün; dass bei der Rothblindheit die rothempfindenden Fasern nicht durch Roth, sondern durch Grün am stärksten zur Empfindung des Roth, dass bei der totalen Farbenblindheit die rothen Fasern am stärksten durch Grün zur Empfindung des Roth, und die violetten Fasern durch dasselbe Grün am stärksten zur Empfindung des Violett erregt werden.

Ich muss ganz offen gestehen, dass die Vorstellung von rothempfindenden Fasern, die durch Roth nur schwach, durch Grün aber stark zur Empfindung des Roth erregt werden, sowie von analog sich verhaltenden grün- und violettempfindenden Fasern mein Begriffsvermögen übersteigt.

Leber, welcher an der Anschauung festhält, dass die partielle Farbenblindheit darin bestehe, dass ein Paar dem Normalauge complementärer Farben gleich weiss oder grau erscheint, ändert die Nomenclatur insofern, als er für Roth- und Grünblindheit: Roth-Blaugrünblindheit und Grün-Purpurblindheit

setzt, indem entweder die Complementärfarben Roth und Blaugrün, oder Grün und Purpur farblos erscheinen. Leber ist, wie er überdies selbst gesteht, kein unbedingter Anhänger der Young'schen Theorie, sonst könnte er nicht an die Roth- und Grünblindheit eine Blaublindheit anreihen.

Delboeuf's Theorie der Farbenblindheit gründet sich auch auf eine Aenderung in der Erregbarkeit der Netzhaut durch Licht verschiedener Farbe, und wiewohl Delboeuf selbst die anfänglich festgehaltene Young'sche Theorie später verlassen hat, so lässt sich doch seine Theorie an der Hand der Dreifaserntheorie ganz gut erläutern. Die Rothblindheit entsteht dadurch, dass die rothempfindenden Fasern zwar normal-, die grün- und violettempfindenden hingegen überempfindlich sind. Sieht Delboeuf, der selbst rothblind ist, durch eine (rothe) Fuchsinlösung von bestimmter Dicke, so geschieht es, dass nunmehr sehr viel rothes, aber wenig grünes und violettes Licht hindurchgeht, und dass nunmehr, indem die überempfindlichen Fasern schwächer erregt werden, als die normalempfindlichen rothen, jene Gleichmässigkeit in der Erregung der drei Faserarten zu Stande kommt, wie sie im Normalauge existirt und wie sie den normalen Farbensinn begründet. Wenn andererseits ein Normalauge durch eine (grüne) Nickelchlorürlösung von bestimmter Concentration und Dicke hindurchschaut, so wird durch die Uebererregung der grünempfindenden Fasern Rothblindheit erzeugt werden können. Als Spring, der normalen Farbensinn besitzt, letzteres that, verhielt er sich wie ein Rothblinder; andererseits bildete sich Delboeuf ein, dass er durch eine Fuchsinlösung hindurch (und später sogar ohne Fuchsinlösung!) die Farben des Normalauges sehe. Dass wir uns durch farbige Medien in gewissem Sinne farbenblind machen können, wurde schon oft auseinandergesetzt; dass es sich aber bei Delboeuf um einen Irrthum und nur um die schon so oft besprochenen Helligkeitsunterschiede handelt, liegt umsomehr auf der Hand, als Delboeuf selbst gesteht, dass es ihm durchaus nicht gelungen ist, sein dichromatisches Spectrum durch eine Fuchsinlösung in ein polychromatisches umzuwandeln. Damit fällt aber auch seine Theorie.

Hering's Farbenlehre haben wir unseren einleitenden Erörterungen über den Farbensinn zu Grunde gelegt. Die Physiologie der Farbenempfindung stellt sich Hering so vor. Die Sehsubstanz ist gleichsam ein Gemisch dreier chemisch verschiedener Substanzen, von welchen die eine als die schwarzweissempfindende oder schwarzweisse, die zweite als rothgrünempfindende oder rothgrüne, die dritte endlich als die blaugelbempfindende oder blaugelbe bezeichnet werden kann. Jede dieser drei chemischen Substanzen kann wenigstens innerhalb gewisser Grenzen verbraucht werden und sich wieder erzeugen, jede derselben vermag unabhängig von den beiden anderen „zu dissimiliren und zu assimiliren". Die Dissimilirung der schwarzweissen Sehsubstanz ruft die Empfindung des Weiss, die Assimilirung derselben jene des Schwarz hervor. Für die rothgrüne und blaugelbe Substanz lässt Hering vorläufig unentschieden, welche Farbe die D-(Dissimilirungs-)Farbe und welche die A-(Assimilirungs-)Farbe sei. Nehmen wir z. B. an, Roth und Blau seien D-Farben, so heisst das: Durch Verbrauch der rothgrünen Substanz wird die Rothempfindung, durch deren Regenerirung die Grünempfindung erzeugt; durch Verbrauch der blaugelben Substanz entsteht die Blau-, durch deren Wiederersatz die Gelbempfindung. Alle Strahlen des sichtbaren Spectrums wirken dissimilirend auf die schwarzweisse Substanz, aber die verschiedenen Strahlen in verschiedenem Grade, d. h. alle Strahlen des Spectrums würden, wenn es keine rothgrüne und keine blaugelbe

Sehsubstanz gäbe, eine weisse Lichtempfindung hervorrufen; das Spectrum der schwarzweissen Substanz ist am weissesten und hellsten im Gelb und nimmt nach beiden Seiten an Helligkeit ab. Auf die rothgrüne und blaugelbe Substanz wirken jedoch nur gewisse Strahlen dissimilirend, gewisse andere assimilirend und gewisse Strahlen gar nicht. Die rothgrüne Substanz wird weder durch blaues, noch durch gelbes Licht, die blaugelbe weder durch rothes noch durch grünes Licht afficirt. Es hat daher jede der drei Substanzen gleichsam ihr besonderes Spectrum. In das Spectrum der schwarzweissen Substanz sind die Spectra der rothgrünen und blaugelben Substanz eingelagert. Nur das Spectrum der farblosen Substanz ist continuirlich, die Spectra der farbigen Substanzen sind dagegen discontinuirlich. Das Spectrum der rothgrünen Substanz zeigt in der Mitte Grün, rechts und links davon (im reinen Gelb und reinen Blau) eine lichtlose Lücke, worauf an beiden Enden Roth folgt. Das Spectrum der blaugelben Substanz zerfällt in einen blauen und gelben Abschnitt, welche durch eine dem reinen Grün entsprechende Lücke getrennt sind. Das Totalspectrum der Sehsubstanz hat vier physiologisch ausgezeichnete Punkte, nämlich diejenigen, wo ausser Weiss nur Eine Grundfarbe sichtbar ist, das ist im reinen Roth, Gelb, Grün, Blau. Hering spricht übrigens nur von drei solchen Stellen, indem er das Roth weglässt, weil das eigentliche Roth im Spectrum äusserst schmal, und sonst mit viel Gelb gemischt sei. An den übrigen Stellen des Spectrums finden sich ausser Weiss zwei Grundfarben: Rothgelb (Orange), Gelbgrün, Grünblau, Blauroth (Violett).

Findet in der schwarzweissen Substanz gleichzeitig Dissimilirung und Assimilirung statt, so mischt sich die Weiss- und Schwarzempfindung zur Empfindung von Grau. Findet dagegen in der rothgrünen oder blaugelben Substanz gleichzeitig durch rothes und grünes, beziehungsweise durch blaues und gelbes Licht gleichstarke Dissimilirung und Assimilirung statt, so heben sich beide Momente gegenseitig auf und es tritt die Wirkung der farbigen Strahlen nur durch Dissimilirung der schwarzweissen Substanz als reine Weissempfindung hervor. Die sogenannten complementären Lichtarten sind also nicht complementär, sondern antagonistisch; sie mischen sich nicht zu Weiss, sondern lassen nur das Weiss hervortreten, weil sie sich aufheben.

In Betreff der Farbenblindheit wendet Hering seine Theorie bloss auf die Rothgrünblindheit an. Im Allgemeinen muss man nach Hering sagen: Fehlen der rothgrünen und der gelbblauen Substanz bedingt totale Farbenblindheit. Hering's Theorie erklärt die wahre Achromatopie, während nach der Young'schen Theorie der Achromatop eigentlich ein Monochromatop ist. Fehlt die rothgrüne Substanz allein, dann entsteht Rothgrünblindheit; eine gesonderte Roth- und Grünblindheit gibt es nicht. Fehlt die blaugelbe Substanz, so ist Blaugelbblindheit gesetzt.

So sehr ich im Allgemeinen der Hering'schen Theorie huldige, so bedarf sie doch für die Erklärung der Dichromatopie einer wesentlichen Modification, denn einfach durch das Fehlen der rothgrünen Substanz kann die Rothgrünblindheit nicht erklärt werden. Es müsste im Spectrum des Rothgrünblinden sowohl im äussersten Roth, als auch im ganzen Grün ein weisser (grauer) Streifen sein. Thatsächlich aber kann beim Rothgrünblinden vom

äussersten Roth durch Gelb und Grün bis zum Blau eine sehr ausgesprochene Farbenempfindung vorhanden sein und überhaupt jede Lücke im farbigen Spectrum fehlen, so dass das Gelb hart und unmittelbar an Blau grenzt. Andererseits würde die mitunter sehr bedeutende Verkürzung des Spectrums durch einfaches Fehlen der rothgrünen Substanz nicht erklärt, da, damit dies möglich sei, nicht bloss ein Defect in der schwarzweissen Substanz, sondern auch ein Defect in der gelbblauen Substanz da sein müsste, indem Theile des Spectrums, die schon viel Gelb enthalten, unsichtbar sind.

Ich erkläre die Farben„blindheit" nach Hering so. Bei der Achromatopie findet sich in der Netzhaut nur eine schwarzweisse Sehsubstanz. Dieselbe kann entweder durch alle Strahlen des Spectrums dissimilirt werden, oder aber nur durch Strahlen bestimmter Brechbarkeit, während andere ohne jede Wirkung auf die Substanz sind. Das Spectrum zeigt demnach nur verschiedene Nuancen von Weiss, ist entweder unverkürzt, oder an dem einen oder andern Ende oder an beiden Enden verkürzt.

Bei der Dichromatopie findet sich in der Netzhaut eine schwarzweisse und Eine farbige Sehsubstanz. Auf diese farbige Substanz wirkt bei der Xanthokyanopie (Rothgrünblindheit) das rothe, gelbe und grüne Licht dissimilirend, das blaue assimilirend. Die Dissimilirungsfarbe ist Gelb, die Assimilirungsfarbe ist Blau. Am stärksten dissimilirend wirkt das gelbe Licht, weniger stark das rothe und das grüne; in der einen Reihe der Xanthokyanopen das rothe wieder stärker als das grüne, in einer zweiten Reihe das grüne stärker wie das rothe. Gegen Strahlen von gewisser Wellenlänge (des rothen Spectrumendes) kann sowohl die farbige als die schwarzweisse Substanz unempfindlich sein. In analoger Weise würde sich in der Netzhaut des Erythrochloropen (Gelbblaublinden) ausser der schwarzweissen Substanz Eine farbige Substanz finden, welche durch rothes, gelbes und blaues Licht dissimilirt, durch grünes Licht assimilirt würde. Die D-Farbe ist Roth, die A-Farbe ist Grün. Strahlen von gewisser Wellenlänge (vom blauen Spectrumende) vermögen mitunter weder die farblose noch die farbige Substanz des Erythrochlorops zu erregen.

Gleichzeitige gleichstarke Dissimilation und Assimilation der Einen farbigen Substanz hebt sich gegenseitig auf und nur die Wirkung auf die farblose Substanz tritt hervor. Es wird demnach der Xanthokyanops nicht bloss bei Einwirkung von Gelb und Blau, sondern auch bei Einwirkung von Roth und Blau, sowie von Grün und Blau unter Umständen Grau sehen. Es wird ihm demnach ein gewisses Purpur und ein gewisses Blaugrün Grau erscheinen. Da aber die Dissimilirungsfähigkeit der farbigen Substanz bei verschiedenen Xanthokyanopen verschieden ist, so wird ein und dasselbe Purpur

und ein und dasselbe Blaugrün dem einen Xanthokyanopen Grau, dem zweiten Blau, dem dritten endlich Gelb erscheinen. Dies entspricht vollkommen der Erfahrung, und von einer regel- und planlosen Verwechslung der Farben bei Xanthokyanopie, wie Solches noch neuestens behauptet wurde, kann hier keine Rede sein. Auf das verschiedene Erscheinen der genannten Mischfarben, je nach ihrem Gehalte an Blau und „Gelb", hat schon Stilling aufmerksam gemacht. Es gibt demnach, „wenn man die Farbenblindheit, wie dies schon Helmholtz angedeutet hat, nach denjenigen Farben eintheilt, welche mit reinem Weiss oder Grau verwechselt werden" (Leber), weder eine Rothblindheit, noch eine Grünblindheit (Helmholtz, Holmgren u. A.): es gibt weder eine Roth-Blaugrün-, noch eine Grün-Purpurblindheit (Leber); es gibt aber auch keine Roth-Grün-Blindheit (Hering, Stilling), — sondern es gibt nur eine Purpur-Blaugrün-Blindheit. Ebenso wäre die Gelb-Blau-Blindheit als Gelbgrün-Blaugrün-Blindheit aufzufassen, denn das reine Gelb und Blau sieht der Erythrochlorops Roth, sowie der Xanthokyanops das reine Roth und Grün Gelb sieht.

In der Peripherie der normalen Netzhaut scheint sich auch nur Eine farbige Substanz zu finden, die sich der farbigen Substanz des Xanthokyanopen analog verhält.

Von allen Theorieen abgesehen, würde es im Interesse der Sache vielleicht liegen, die von mir gewählte Nomenclatur anzunehmen, weil sie eben keiner Theorie präjudicirt. Aus diesem Grunde hat auch Delboeuf neuerlich vorgeschlagen, das Wort „Daltonismus" wieder in die Wissenschaft einzuführen. Das Wort rührt bekanntlich davon her, dass Dalton (der englische Physiker) „rothblind" war und die Erscheinungen der Farbenblindheit, so vor Allem die der Dichromasie des Spectrums zuerst (1794) beschrieb. Damit wäre freilich wenig gedient, wenn man einfach alle Arten der sogenannten Farbenblindheit Daltonismus nennen würde. Wenn man aber den Erscheinungen Rechnung trägt, so gelangt man ohne Rücksicht auf irgend eine Theorie zu der von mir gewählten Eintheilung der Störungen des Farbensinns.

Der nach Qualität und Quantität normale Farbensinn ist characterisirt durch die Ausdrücke: Polychromatopie[1]) und Euchromatopie (Poly-Euchromatopie). Der Farbensinn kann qualitative und quantitative Aenderungen erfahren.

Die bisher sicher erkannten qualitativen Aenderungen sind:

1) Achromatopie: Das Spectrum erscheint farblos.
2) Dichromatopie: Das Spectrum erscheint zweifarbig. Die Dichromatopie selbst scheidet sich in:

---

[1]) Es heisst im Griechischen zwar: *μυώψ* und *ἀμβλώψ*, aber nicht *μυωψία*, *αμβλυωψία*, sondern *μυωπία*, *ἀμβλυωπία*.

a) Die Xanthokyanopie (ξανθός, gelb; κυάνεος, blau). Das Spectrum ist Gelb und Blau.

b) Die Erythrochloropie (ἐρυθρός, roth; χλωρός, grün). Das Spectrum ist Grün und Roth.

Die quantitativen Störungen des Farbensinns sind als Dyschromatopie zu bezeichnen. Sowohl das poly-, als das dichromatopische Auge kann eu- und dyschromatopisch sein.

Es wird vielleicht Wunder nehmen, dass in der ganzen Abhandlung über die practische Prüfung der Störungen des Farbensinns der Masson-Maxwell'schen Scheiben nicht gedacht wurde. Es sind dies Scheiben, welche aus Sectoren von beliebigen Farben und wechselnden Grössen zusammengesetzt werden können. Indem das Auge nach der in rasche Rotation versetzten Scheibe blickt, erhält es den Eindruck der Mischfarbe der auf den Sectoren enthaltenen Farben. Wenn man z. B. von gewissen farbigen Papieren Roth, Grün und Blau nimmt, so wird man bei einer bestimmten Grösse der drei farbigen Sectoren die rasch rotirende Scheibe Grau sehen. Damit man dieses Grau näher, d. h. durch ein aus Weiss und Schwarz gewonnenes Grau definiren könne, behält man das Centrum der Scheibe für eine durch weisses und schwarzes Papier in Sectoren verschiedener Grösse zu bildende Kreisfläche vor. Die Scheibe enthält also einen peripheren, aus farbigen Sectorenabschnitten bestehenden Ring und eine centrale, aus Schwarz und Weiss zusammensetzbare Kreisfläche. Indem man nun durch Aenderung der Sectorengrössen empirisch feststellt, wie viel Grade der schwarze und wie viele der weisse Sector haben muss, damit das bei der Rotation aus Weiss und Schwarz entstehende Grau identisch sei mit jenem Grau, das durch Mischung der den peripheren Ring der Scheibe constituirenden Farben zu Stande kommt, erhält man eine sogenannte Farbengleichung.

Eine solche Gleichung ist z. B. nach Aubert (natürlich für bestimmtes rothes, blaues, grünes, schwarzes und weisses Papier):

$$165^\circ \text{ Roth} + 73^\circ \text{ Blau} + 122^\circ \text{ Grün} = 100^\circ \text{ Weiss} + 260^\circ \text{ Schwarz},$$

d. h. wenn von den 360 Graden des peripheren Ringes 165 Grade durch rothes, 73 durch blaues und 122 durch grünes Papier ausgefüllt werden, so erhält man bei der Rotation der Scheibe ein Grau, welches identisch ist mit einem Grau, das die innere Kreisfläche bei der Rotation zeigt, wenn diese Kreisfläche aus einem weissen Sector von 100° und einem schwarzen von 260° zusammengesetzt wird. Man kann auch peripher und central verschiedene Farben anbringen und untersuchen, durch welche Farbenzusammenstellungen man die gleichen Mischfarben erhält.

Für die Farbenblindheit wurde die Prüfung mit den Maxwell'schen Scheiben gleichfalls wiederholt vorgenommen. Ich will zur Illustration einige

Gleichungen hersetzen, welche der xanthokyanopische Dr. Hochecker, dessen Spectrum stark verkürzt ist, für sich selbst gefunden hat. Mit reinem Grau wurden u. A. verwechselt:

326° Roth + 34° Blau = 20° Weiss + 340° Schwarz,
215° Grün + 145° Blau = 215° Weiss + 145° Schwarz.

Auch alle anderen Grau-Gleichungen enthalten links eine „gelbe" Farbe (Orange, Gelbgrün, Grün) und eine „blaue" Farbe (Blau, Violett, Purpur). Die beiden in specie angeführten Gleichungen könnten höchstens zeigen, dass Dr. Hochecker Purpur-Blaugrünblind ist, wie nach meiner Ansicht alle Xanthokyanopen, und nicht Roth-Blaugrünblind, wie Leber meint. Die erste Gleichung beweist als solche übrigens gar nichts, da Dr. Hochecker für das ganze Roth und einen Theil des Orange im Spectrum blind ist; sie sagt uns also eigentlich nur, dass das rothe Papier so viel gelbes, von Hochecker wahrnehmbares Licht reflectirt, dass es mit Blau Grau gibt.

Dieses Beispiel zeigt, wie vorsichtig man bei dem Umstande, als die Farben der Papiere nicht rein sind, beim Ziehen der Schlüsse aus den Farbengleichungen sein muss. Man kann ruhig sagen, dass das überaus mühevolle, langwierige, namhafte Intelligenz erheischende Verfahren mit den Maxwell'schen Scheiben nicht im Stande ist, uns irgend weitere Aufschlüsse über Symptome und Wesen der Farbenblindheit zu geben, als dies die relativ einfachen Methoden, die wir besprochen haben, zu thun vermögen.

LANE MEDICAL LIBRARY

To avoid fine, this book should be returned on or before the date last stamped below.

Q6 Mauthner, L.
M46 Prüfung des Farbensinns
1879 57659

NAME	DATE DUE

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

ARCHIV FÜR AUGENHEILKUNDE

UNTER MITWIRKUNG VON

Prof. J. ARNOLD u. Prof. O. BECKER in Heidelberg, Prof. R. BERLIN in Stuttgart, Prof. H. COHN u. Prof. FÖRSTER in Breslau, Doc. Dr. GOLDZIEHER in Buda-Pesth, Prof. v. HASNER in Prag, Prof. HIRSCHMANN in Charkow, Prof. v. JÄGER in Wien, Dr. KNIES in Zürich, Prof. IWANOFF aus Kiew, Prof. LAQUEUR in Strassburg, Docent Dr. H. MAGNUS in Breslau, Prof. MANZ in Freiburg, Prof. MAUTHNER in Wien, Geh. Rath Dr. MOOREN in Düsseldorf, Prof. NAGEL in Tübingen, Dr. NETTLESHIP in London, Dr. A. NIEDEN in Bochum, Dr. Hermann PAGENSTECHER in Wiesbaden, Prof. PFLÜGER in Bern, Prof. von ROTH-BEND in München, Prof. SÄMISCH in Bonn, Prof. SATTLER in Giessen, Prof. SCHNABEL in Innsbruck, Prof. SCHWEIGGER in Berlin, Prof. von STELLWAG in Wien, Dr. J. STILLING in Cassel, Dr. C. R. AGNEW in New-York, DDr. A. ALT in Toronto, C. S. BULL u. E. GRÜNING in New-York, Dr. E. L. HOLMES in Chicago, Hy. D. NOYES in New-York, Dr. E. WILLIAMS aus Cincinnati, u. A.

HERAUSGEGEBEN

IN DEUTSCHER UND ENGLISCHER SPRACHE

VON

H. KNAPP in New-York und J. HIRSCHBERG in Berlin.

Jährlich 4 Hefte mit Abbildungen. Preis: Mark 16. —

Das seit sieben Jahren von Knapp und Moos (in den letzten Jahren unter Mitwirkung von Mauthner) deutsch und englisch herausgegebene Archiv für Augen- und Ohrenheilkunde ist entsprechend dem Bedürfniss der rasch fortschreitenden Wissenschaft und den Wünschen der Leser zeitgemäss in zwei Zeitschriften getheilt worden.

Der augenärztliche Theil wird fernerhin als Archiv für Augenheilkunde von H. Knapp in New-York und J. Hirschberg in Berlin herausgegeben. Das Archiv wird jeder wissenschaftlichen Leistung, welche die Ophthalmologie und ihre Hilfsdisciplinen, namentlich Anatomie und Physiologie des Sehorgans, zu fördern geeignet scheint, seine Spalten öffnen, hauptsächlich aber die Pflege der praktischen Augenheilkunde im weitesten Umfang sich angelegen sein lassen.

Kurze aber vollständige und dabei kritische Referate über die Fortschritte und Leistungen der Augenheilkunde werden jedem Hefte beigegeben, um das Archiv zu einem wirklichen Organ der Augenheilkunde umzugestalten, welches seinen Lesern ein getreues Spiegelbild von dem Fortschreiten der Wissenschaft vorhält.

Wiesbaden, L. Schellenberg'sche Hof-Buchdruckerei.